NAZIONALE
B. Prov.
I
70
NAPOLI
BIBLIOTECA
VITT. EM. III

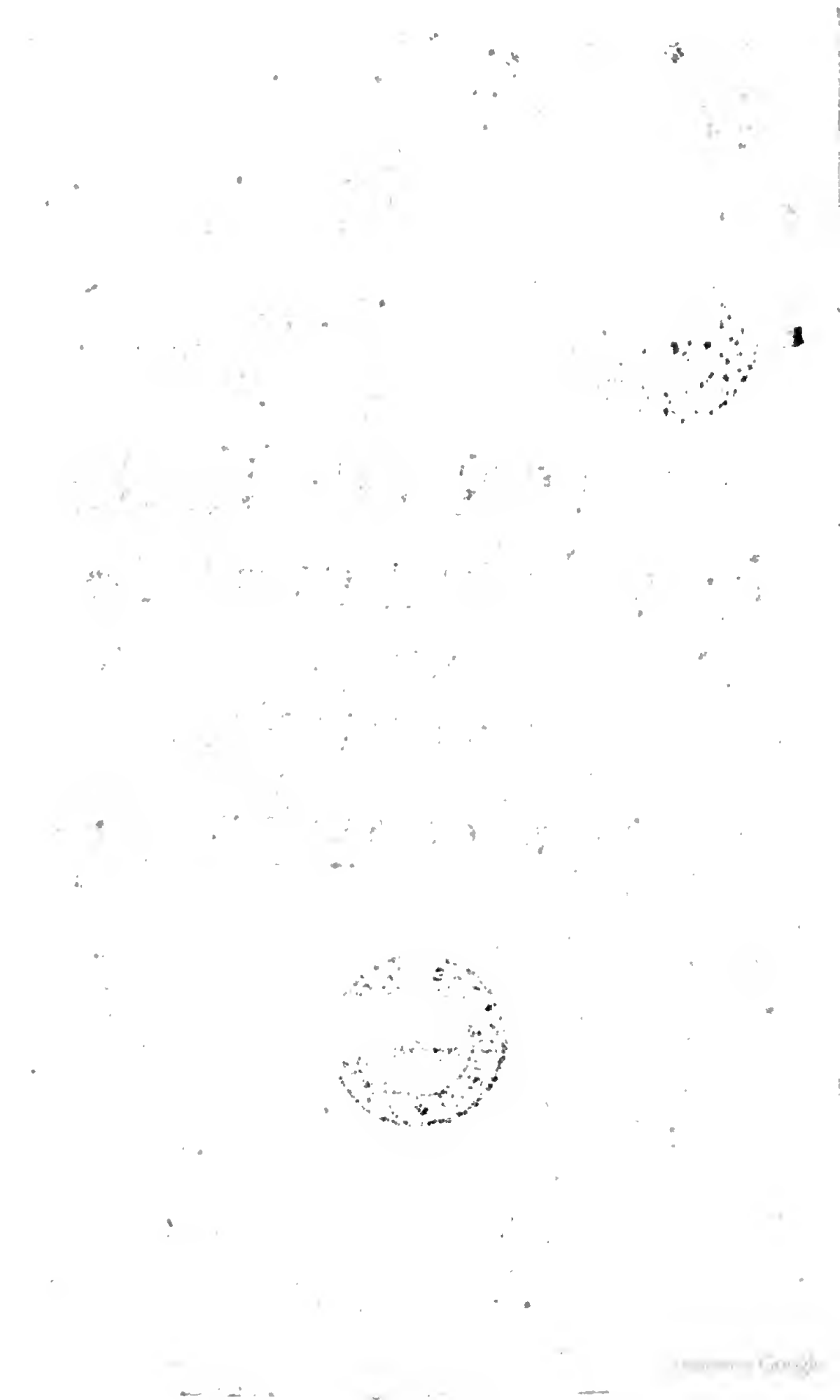
BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
Palchetto
Num.° d' ordine

B Pu
XVII
18

I-70

RÉCRÉATIONS MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

TOME QUATRIEME.



69650

RÉCRÉATIONS MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES,

BIBLIOTECA PROVINCIALE

QUI CONTIENNENT les Problèmes et les Questions les plus remarquables, et les plus propres à piquer la curiosité, tant des Mathématiques que de la physique le tout traité d'une maniere à la portée des Lecteurs qui ont seulement quelques connoissances légeres de ces Sciences.

Par feu M. OZANAM, de l'Académie royale des Sciences, etc.

NOUVELLE ÉDITION, totalement refondue et augmentée Par M. de M. T. C.

TOME QUATRIEME,

Contenant la *Physique*, et en particulier les phénomènes du *Magnétisme*, de l'*Électricité*, et de la *Chimie*; avec deux Suppléments, l'un sur les *Phosphores*, l'autre sur les *Lampes perpétuelles*.

A PARIS, RUE DAUPHINE, N° 116.

Chez FIRMIN DIDOT, Libraire, pour l'Art militaire, les Mathématiques et l'Architecture.

M. DCC. XC.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

RÉCRÉATIONS MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

ONZIEME PARTIE,

Qui contient les objets les plus curieux de la Phyſique générale & particuliere.

APRÈS avoir parcouru les différentes parties des mathématiques, & des ſciences ou arts qu'on range dans cette claſſe, nous allons entrer dans le champ de la phyſique, qui ne nous préſente pas moins d'objets dignes de curioſité que les mathématiques, ou, pour mieux dire, qui eſt encore plus fertile en ce genre, ainſi que plus à la porté de la plus grande partie des lecteurs. Cette matiere eſt même tellement abondante, que nous aurions peine à y établir des di-

viſions; c'eſt pourquoi cette partie de notre ouvrage ſera une eſpece de mélange, ſans beaucoup d'ordre, de tout ce dont traite la phyſique générale. On y paſſera ſucceſſivement en revue les propriétés générales des corps & des éléments; les inventions, ſoit utiles, ſoit récréatives, auxquelles ces propriétés donnent lieu; diverſes queſtions tenant au ſyſtême du monde, les météores, l'origine des fontaines, & mille autres objets reſſortiſſants de la phyſique, & dont il ſeroit beaucoup trop long de faire l'énumération. Mais avant de ſe jeter dans ce vaſte champ, il eſt néceſſaire d'établir quelques principes généraux qui puiſſent ſervir à ce qui ſuivra. C'eſt ce qu'on va faire dans le diſcours ſuivant, qui a pour objet principal les propriétés de ce que les phyſiciens appellent les *Eléments*, ſçavoir, l'air, le feu, l'eau, & la terre.

DISCOURS PRÉLIMINAIRE,

Sur les Eléments des Corps.

LORSQUE, dans l'analyſe d'un mixte, on eſt arrivé à ſes derniers compoſants, & qu'on ne peut les décompoſer eux-mêmes, on doit les regarder comme ſes éléments. Or tout le monde ſçait que tous ou la plupart des corps ſoumis à l'analyſe, fourniſſent une matiere fixe, quelque choſe d'inflammable, un fluide inviſible, & qui ne ſe manifeſte que par ſon expanſibilité & ſon reſſort, un autre enfin que la chaleur réduit en vapeurs, & qui ſe raſſemble enſuite ſous une forme viſible: ce ſont ces quatre compoſants qu'on a nommés la *terre*, le *feu*, l'*air*, & l'*eau*. Ils entrent dans la

compoſition de la plus grande partie des corps ; mais on n'a pu encore les décompoſer eux-mêmes. On doit donc les regarder comme les éléments de tous les autres corps ; & ceci juſtifie la dénomination vulgaire & établie preſque depuis la naiſſance de la phyſique, ſelon laquelle il y a dans la nature quatre éléments, le feu, l'air, l'eau, & la terre.

§. I.

Du Feu, tant élémentaire que matériel.

Qu'eſt-ce que le feu ? Voilà peut-être la queſtion de phyſique la plus obſcure, & la moins ſuſceptible d'une ſolution abſolument ſatisfaiſante. Cependant voici ce que ſes propriétés connues permettent de donner comme probable.

Le feu eſt un fluide univerſellement répandu dans la nature ; qui pénetre tous les corps avec plus ou moins de facilité ; ſuſceptible de s'accumuler dans quelques-uns, & alors cette accumulation produit ſur nous cette ſenſation que nous appelons la chaleur. Portée plus loin, elle produit l'embraſement, qui eſt toujours accompagné de la lumiere. En tout état ce fluide dilate les corps, à meſure qu'il s'y trouve en plus grande quantité ; enfin il ſépare leurs parties, ce que nous appelons brûler, calciner, fondre.

Que *le feu ſoit un fluide*, c'eſt ce dont il n'eſt pas permis de douter ; car s'il ne l'étoit pas, comment ſeroit-il répandu dans l'air, dans l'eau, ſans faire obſtacle au mouvement des corps ? comment pénétreroit-il les corps les plus denſes & les plus compactes, les métaux, par exemple ?

Il y a plus. Non-ſeulement le feu eſt un fluide,

mais il eſt le principe de toute fluidité. Sans lui, tous les fluides connus ſeroient réduits à une maſſe abſolument ſolide. Les métaux ſe congelent à un degré de chaleur encore bien ſupérieur à celui de l'eau bouillante. L'eau perd ſa fluidité auſſi-tôt que la chaleur ou la quantité de feu a diminué à un certain point; enſuite l'eſprit de vin; enfin le mercure ſe congele à ſon tour, par la diminution progreſſive de la chaleur. Il eſt peut-être un degré de froid ou de rareté de feu qui réduiroit l'air en un fluide comme l'eau, & même en un ſolide; mais nous ſommes prodigieuſement éloignés de ce terme.

Il pénetre tous les corps avec plus ou moins de facilité. C'eſt ce qui réſulte de la communication de la chaleur d'un corps échauffé, à un corps froid. C'eſt avec plus ou moins de facilité, & non avec une facilité extrême, que la chaleur ſe communique; car il eſt reconnu que cette communication n'eſt pas inſtantanée: une aiguille un peu longue, dont on préſente la pointe à la flamme d'une bougie, n'eſt pas auſſi-tôt également chaude par ſes deux bouts. Un corps reçoit cette chaleur plus promptement que l'autre.

L'accumulation du fluide igné produit ſur nous cette ſenſation que nous appelons chaleur. Cela n'a pas beſoin de preuve. Mais cette ſenſation n'eſt que relative. Tant que la paume de notre main, par exemple, eſt plus chaude que le corps en contact avec elle, il nous paroît froid; mais au contraire il lui paroîtra chaud, ſi elle eſt plus froide, ou ſi elle contient moins de fluide igné, ou ſi ce fluide tend à paſſer, comme il le fait, peu à peu de ce corps dans notre main. Tout le monde connoît cette expérience triviale, de s'échauffer

fortement une main, de refroidir l'autre preſque à la température de la glace : plongez-les alors l'une & l'autre dans de l'eau tiede ; l'une éprouvera le ſentiment du froid, & l'autre celle de la chaleur.

Cette accumulation, portée à un degré conſidérable, produit l'embraſement, toujours accompagné de la lumiere. De certaines expériences de M. de Buffon, il réſulte que le fer, expoſé ſans contact avec un autre corps embraſé, à l'action de ce corps, devient lui-même embraſé & rouge. Or qu'eſt-ce qu'un feu rouge, ſinon un corps où le fluide igné eſt accumulé au point d'être lumineux ? Toute lumiere, à la vérité, n'eſt pas chaleur ; mais toute chaleur, portée à un certain degré, devient lumiere.

Le feu eſt-il peſant ? Il ne me paroît y avoir de doute que le feu ſoit peſant : il eſt matiere, puiſqu'il agit ſur la matiere ; donc il doit être doué de la peſanteur. Mais la queſtion eſt de ſçavoir s'il a une peſanteur perceptible & appréciable avec les inſtruments que nous pouvons employer. S'Graveſande & Muſchenbroeck ont fait des expériences, au moyen deſquelles ils n'ont trouvé aucune différence entre des maſſes de fer rougies ou pénétrées de feu, & ces mêmes maſſes devenues froides. Ils en concluoient ſeulement que, puiſque le fer rouge augmentant de volume doit peſer un peu moins dans l'air, & que cependant il peſoit également, cela devoit venir de l'addition du poids du feu dont il étoit pénétré. Mais ces expériences n'étoient pas faites avec les ſoins néceſſaires.

M. de Buffon, qui, au moyen des forges qui lui appartiennent, s'eſt trouvé en état de faire des

expériences plus multipliées & plus en grand, a conſtamment trouvé que des morceaux de fer forgés & rougis, peſoient un peu plus qu'étant refroidis ; & il a fixé cette diminution à un 600e du poids du corps embraſé. Mais, il faut en convenir, & M. de Buffon l'a ſenti lui-même, cette expérience ne ſeroit pas encore déciſive, puiſqu'il a fait voir que le fer tenu rouge pendant quelque temps, perd continuellement de ſon poids, parcequ'il ſe brûle peu à peu : auſſi a-t-il fait d'autres expériences ſur une matiere fort commune dans les fourneaux, ſçavoir le laitier ; il s'eſt d'abord aſſuré que le laitier conſerve ſa même peſanteur, ou n'en perd qu'une portion inſenſible, après avoir été embraſé & refroidi. Il a donc pris du laitier, & l'a peſé froid dans une balance extrêmement ſenſible il l'a fait rougir au blanc ; & l'a peſé de nouveau & enfin, après ſon refroidiſſement. Cinq expériences de ce genre lui ont conſtamment donné un excès de poids dans le morceau de laitier rouge, ſur celui qu'il avoit avant & après. Cette différence donne, pour la peſanteur du feu dans cet état, une 580e ou une 600e environ, de celle du morceau de laitier.

Mais, dira-t-on, ſi cela eſt, le feu eſt donc plus peſant que l'air ; car le laitier eſt d'une peſanteur ſpécifique qui eſt à celle de l'eau comme $2\frac{1}{2}$ à 1 ; ainſi cette peſanteur eſt à celle de l'air comme 2125 à 1. Or le feu dont eſt imprégné un morceau de laitier rougi, eſt environ $\frac{1}{600}$ de ſon poids ; donc il eſt au poids de l'air d'un pareil volume, comme $3\frac{1}{2}$ à 1. Or cela n'eſt pas croyable. La ténuité du feu eſt telle, que l'on ne ſçauroit ſe perſuader que ſa peſanteur approche même de celle de l'air.

Mais il faut faire attention que, dans une maſſe embraſée & rougie à blanc, il y a une grande quantité de feu accumulée : ainſi le feu, dans ſon état ordinaire, & dans les corps échauffés à la température moyenne de notre atmoſphere, n'aura qu'une peſanteur inſenſible ; mais lorſqu'on aura accumulé cinq ou ſix cents fois, ou même encore plus, la même quantité de feu, & au point de produire l'ignition, alors cette peſanteur pourra être ſenſible. Suppoſons, par exemple, que le feu diſſéminé dans l'air échauffé au 1 degré du thermometre, ne peſe que la 300e partie du poids de cet air ; lorſque, pour produire l'ignition, on en aura fait entrer 5 ou 600 fois autant ; alors ſa peſanteur pourra égaler & même ſurpaſſer le poids de l'air tel que nous le reſpirons. J'ignore ſi ce ſeroit-là la réponſe de M. de Buffon ; mais telle eſt celle que je crois qu'on pourroit faire.

On s'eſt au reſte trompé, lorſqu'on a regardé l'augmentation de poids qu'acquierent les métaux en ſe calcinant, comme une preuve de la peſanteur du feu, qu'on croyoit, dans cette opération, ſe fixer & ſe *ſolidifier* en quelque ſorte avec les chaux métalliques. On ſçait aujourd'hui que le feu n'a aucune part à cette augmentation de poids.

Le feu dilate les corps ; en les dilatant, il écarte leurs molécules conſtituantes, & finit par liquéfier ces corps. Ce phénomene, quant à l'effet, eſt connu de tout le monde. On ſçait que le feu dilate les corps ; on le montrera d'ailleurs dans la ſuite, au moyen d'une machine fort ingénieuſe, qui ſert à déterminer le degré & le rapport de cette dilatation. Or il ne peut produire cet effet ſans écarter les particules conſtituantes de ces corps, & c'eſt-là le mécaniſme par lequel il vient enfin à les liquéfier,

& même à les volatiliſer; car la ſolidité d'un corps eſt l'effet de l'adhéſion de ſes parties intégrantes les unes avec les autres, adhéſion qui eſt probablement produite par le contact de ces molécules dans de grandes ſurfaces. Mais lorſque le feu, s'introduiſant entr'elles, les écarte, & fait qu'elles ſe touchent à peine, alors leur adhéſion eſt diminuée, le corps devient fluide. Le feu augmente-t-il encore, au point que ces molécules ne peuvent même ſe toucher; voilà le corps arrivé à un degré de fluidité extrême, au point de ſe volatiliſer. Ces particules n'ayant plus aucune adhéſion, pourront être entraînées par le moindre effort, comme celui du feu, qui exerce ſans ceſſe une action pour s'étendre de toute part.

Il eſt cependant des corps que le feu tend d'abord à reſſerrer; mais c'eſt parcequ'ils contiennent des principes que le feu diſſipe: telle eſt l'argille, qui prend d'abord de la retraite au feu. Mais ſi on la pouſſe à un plus grand feu, elle ſe dilate, ſe liquéfie, & ſe convertit en verre.

§. II.

De l'Air.

L'air eſt un fluide élaſtique, peſant, ſuſceptible d'être comprimé, que la chaleur dilate & que le froid reſſerre; qui eſt néceſſaire à la vie de tous les animaux connus; qui ſe charge & ſe combine avec l'eau, comme l'eau ſe combine avec lui. Telles ſont les propriétés principales de l'air, & dont nous allons donner une premiere idée, remettant à les prouver par diverſes expériences dont les effets curieux en dérivent.

L'air eſt un fluide peſant. Il ne faut qu'une légere teinture de phyſique pour connoître cette propriété de l'air, & pour en être convaincu. Une expérience bien ſimple la démontre. On prend un globe de verre de 6 pouces de diametre, & garni d'un tube qu'on peut ouvrir & fermer au moyen d'une clef de robinet; on en évacue l'air au moyen de la machine pneumatique, & l'on ferme l'accès à l'air extérieur; on peſe ce globe ainſi vuide d'air, à une balance très-ſenſible; on laiſſe enſuite entrer l'air extérieur, en tournant la clef du robinet: alors l'équilibre ſe rompt, & le côté du vaſe l'emporte. Il faut ajouter au poids, pour le volume qu'on vient de dire, 45 ou 50 grains, afin de rétablir l'équilibre. Ainſi l'air eſt peſant, & un demi-pied ſphérique d'air peſe environ 48 grains; ce qui fait une 850e environ du poids d'un pareil volume d'eau.

L'air eſt un fluide élaſtique. Une expérience fort ſimple le prouve. Qu'on empliſſe d'air une veſſie, ſans néanmoins la trop gonfler, c'eſt-à-dire enſorte qu'elle ſoit encore un peu flaſque; qu'on la porte au haut d'une montagne élevée: on verra qu'elle ſera plus diſtendue; & on pourroit, en la portant ſur des montagnes exceſſivement élevées, comme les Cordillieres du Pérou, la diſtendre au point de la faire crever.

L'expérience réuſſira de même, en plaçant cette veſſie ſous un récipient, qu'on évacuera d'air par la machine pneumatique. Au premier coup de piſton, la veſſie s'enflera, n'y eût-on laiſſé qu'un pouce d'air; & lorſqu'on laiſſera rentrer l'air extérieur, elle reprendra ſon premier état.

Cet effet, on ne peut en douter, eſt produit

par le reſſort de l'air, qui, quand il eſt déchargé de l'air extérieur, augmente de volume, & quand il en eſt chargé de nouveau, revient à ſon premier état. C'eſt un reſſort plus ou moins comprimé par un poids, & qui s'étend plus ou moins, à proportion que ce poids eſt plus léger ou plus grand.

L'air eſt un fluide ſuſceptible d'être comprimé. C'eſt-là une ſuite de l'élaſticité de l'air. L'expérience a prouvé qu'un poids double le comprime de maniere à n'occuper qu'un volume de moitié; un poids quadruple le réduit au quart; &c. enſorte qu'on peut dire généralement que la même maſſe d'air (la température reſtant la même,) occupe des volumes qui ſont en raiſon inverſe des poids comprimants.

L'air ſe dilate par la chaleur & ſe reſſerre par le froid. C'eſt encore ici une propriété de l'air, que les expériences les plus ſimples démontrent évidemment. En effet, dans une chambre échauffée au degré de la température moyenne, rempliſſez une veſſie d'air, enſorte qu'elle n'en ſoit pas entiérement remplie; tranſportez-la près du feu, enſorte que ſon air ſoit échauffé au deſſus de la température moyenne : vous verrez la veſſie ſe diſtendre, & occuper un plus grand volume. On éprouveroit le contraire, en l'expoſant à un air plus froid.

L'air eſt néceſſaire à la vie de tous les animaux. C'eſt une vérité qui n'a nul beſoin d'être prouvée; elle eſt trop connue. Au reſte on la démontre plus ſenſiblement par le moyen de la machine pneumatique, où l'on renferme des animaux; car, auſſi-tôt qu'on a commencé à en extraire l'air, on voit ces animaux s'inquiéter, haleter, &c. & enfin périr, lorſque l'air eſt en trop petite quan-

tité. Si, avant qu'ils ſoient morts, on leur rend l'air peu à peu, ils reviennent à la vie.

L'air ſe charge de l'eau & ſe combine avec elle, comme au contraire l'eau ſe charge de l'air & ſe combine avec lui. La premiere partie de cette propoſition eſt aſſez prouvée par les faits connus de tout le monde. L'air eſt tantot plus, tantôt moins humide: c'eſt l'air chargé d'humidité, qui la dépoſe dans certains corps propres à l'attirer & à l'abſorber puiſſamment, comme le ſel de tartre, qui s'en impregne tellement, qu'il ſe réſout en liqueur par le ſeul contact de l'air ordinaire, quoiqu'il ait été deſſéché par un feu violent. C'eſt l'air, relâchant l'eau avec laquelle il étoit combiné, qui occaſionne cette humidité qui ſe dépoſe principalement ſur les pierres, les marbres, &c. dans les temps que nous nommons *humides*. Le ſimple contact de l'air diminue peu à peu l'eau contenue dans un vaſe, ſur-tout ſi cet air a du mouvement, parceque à chaque inſtant de nouvel air s'applique à la ſurface de l'eau. C'eſt par ce mécaniſme que les vents qui ont paſſé une grande étendue de mer, comme ſont pour nous les vents d'oueſt, ſe chargent d'eau & nous apportent la pluie.

L'eau à ſon tour ſe charge de l'air. Une expérience curieuſe de M. Mariotte le prouve. On purge bien d'air une certaine quantité d'eau, & on la met enſuite dans une petite bouteille, en ne laiſſant de vuide qu'un petit eſpace, comme de la groſſeur d'un pois: au bout d'environ vingt-quatre heures l'eau occupe toute la capacité de la bouteille. Que peut être devenu cet air, s'il n'a pas été abſorbé par l'eau qui étoit en contact avec lui?

C'eſt cette propriété de l'air de ſe combiner

avec l'eau, de s'en ſaturer même, enſuite de l'abandonner, qui eſt la cauſe de pluſieurs effets phyſiques, tels que les nuages, la pluie, l'aſcenſion ou la deſcente du barometre, &c. Mais ceci mérite d'être expliqué ailleurs plus au long.

§. III.

De l'Eau.

L'eau eſt ce fluide ſi connu de tout le monde, & ſi commun, dont les propriétés principales ſont d'être tranſparent, ſans ſaveur & ſans odeur; de ſe mettre toujours en équilibre, c'eſt-à-dire de ſe ranger ſelon une ſurface concentrique à la terre: ce qui lui eſt du reſte commun avec les autres fluides peſants & non élaſtiques; d'être incompreſſible, de ſe réduire en vapeurs par un feu porté à un certain degré, & d'être alors doué d'une force élaſtique très-grande; de ſe transformer en un corps ſolide & tranſparent, lorſqu'il eſt expoſé à un certain degré de froid; de diſſoudre les ſels & une infinité d'autres ſubſtances, & d'être par-là le véhicule des parties nourriſſantes, ſoit des animaux, ſoit des végétaux: ce qui le rend ſi eſſentiel dans l'économie animale, qu'il eſt en quelque ſorte plus difficile de vivre ſans eau, ou ſans quelque fluide dont elle eſt la baſe, que ſans aliment ſolide.

Telles ſont les propriétés de l'eau, dont nous devons donner ici quelques preuves légeres, en attendant que la ſuite de cet ouvrage nous mette à portée d'en donner, par occaſion, de plus étendues.

Il eſt ſuperflu de prouver la tranſparence, la

nullité de l'odeur & de la ſaveur de l'eau. Lorſque ce fluide a de l'odeur ou de la ſaveur, c'eſt parcequ'il tient quelque corps étranger en diſſolution. On doit, par cette raiſon, ſe défier des eaux qu'on appelle *agréables à boire;* à coup sûr elles ne ſont pas pures.

L'eau ſe range toujours ſelon une ſurface concentrique à la terre. Perſonne n'ignore cette propriété, qui lui eſt commune avec les autres fluides élaſtiques : c'eſt la baſe de l'art du nivellement. Toutes les fois que deux maſſes d'eau communiquent enſemble, on peut être sûr que leurs ſurfaces ſont de niveau, ou à égale diſtance du centre de la terre. C'eſt une erreur de croire que l'eau de la Méditerranée eſt plus élevée ou plus baſſe que celle de la mer Rouge au fond du golfe de Suès; ce qui, dit-on, a fait renoncer au projet de couper cet iſthme, de crainte de faire écouler la Méditerranée dans la mer Rouge, ou au contraire. Rien n'eſt plus abſurde, puiſque ces deux mers communiquent entr'elles par l'Océan. Si elles avoient été créées de niveau différent, elles n'auroient pas tardé d'en prendre un même.

L'eau eſt incompreſſible. Les académiciens *del Cimento*, les premiers, à ce qu'il nous paroît, qui aient ſaiſi la bonne maniere de philoſopher, c'eſt-à-dire de tout ſoumettre aux expériences, en ont fait une fort curieuſe, qui prouve cette incompreſſibilité. Ils renfermerent dans une boule d'or, creuſe, & d'une certaine épaiſſeur, une certaine quantité d'eau, en s'aſſurant qu'elle en rempliſſoit bien la cavité; on frappa enſuite la boule avec un marteau, ce qui tendoit à en diminuer la capacité : l'eau, plutôt que de ſe reſſerrer, paſſa à travers les pores de l'or, quoique extrêmement étroits.

M. Boyle a répété cette expérience, ainſi que Muſchenbroek; & ils en atteſtent la vérité.

L'eau ſe réduit en vapeurs très-élaſtiques, par une chaleur pouſſée à un certain degré. C'eſt encore là une vérité que prouvent des expériences fort ſimples. Jetez ſur un fer ardent une petite quantité d'eau; vous la verrez ſur le champ transformée en vapeurs.

Lorſqu'on tient, dans un vaſe fermé, de l'eau en grande ébullition, il s'en éleve une vapeur élaſtique d'une ſi grande puiſſance, que, ſi on ne lui ménage pas une iſſue, ou que le vaſe n'ait pas une force ſuffiſante, elle fait tout éclater: c'eſt pour cela qu'à la chaudiere de la machine à feu il y a une ſoupape qui doit s'ouvrir lorſque la vapeur eſt d'une certaine force: ſans cela tout ſauteroit en morceaux.

Cette vapeur, ſelon le calcul des phyſiciens, occupe un eſpace 14000 fois plus grand que l'eau dont elle provient. De-là naît ſa force prodigieuſe lorſqu'elle eſt reſſerrée dans un eſpace beaucoup moindre.

L'eau expoſée à un certain froid ſe transforme en un corps ſolide & tranſparent, que nous nommons de la glace. Il eſt ſuperflu de prouver ce fait trop connu de tout le monde: nous nous bornerons à développer le mécaniſme de cet effet ſingulier.

Il eſt ſuffiſamment démontré, par la formation de la glace, que la nature primitive de l'eau eſt d'être un corps ſolide. C'eſt un ſolide mis en fuſion par un degré de chaleur fort au deſſous de celui que nos ſenſations nous font appeler *tempéré;* car on ſeroit dans une étrange erreur, ſi l'on imaginoit que ce que nous appelons le degré o

du thermometre, fût l'abſence de toute chaleur. Puiſque l'eſprit de vin & diverſes autres liqueurs ſe tiennent fluides à des degrés de froid fort ſupérieurs à celui qui glace l'eau, il eſt évident que ce degré qu'on appelle o n'eſt qu'un terme relatif, un commencement de diviſion.

Ainſi l'eau n'eſt donc qu'un ſolide liquéfié, & qui ſe tient en liquéfaction à un degré de chaleur tant ſoit peu plus grand que celui qui, dans nos thermometres ordinaires, eſt marqué o, & qui, dans celui de Farenheit, eſt marqué 32. Ceci ſera expliqué plus au long, lorſque nous parlerons des thermometres.

Conſidérons donc, pour un moment, l'eau dans ſon état de ſolidité. Lorſqu'on l'échauffe juſqu'à un certain degré de chaleur, la matiere du feu, dont elle eſt pour lors imprégnée, ſouleve & écarte les unes des autres les molécules dont elle eſt compoſée; car ces molécules ne ſe touchant plus alors par d'auſſi grandes ſurfaces, mais étant encore dans les limites de leur adhéſion, elles coulent avec facilité les unes ſur les autres. Voilà la glace conſtituée dans l'état de fuſion, comme le plomb, par un degré de chaleur de 226 degrés. La matiere du feu s'échappe-t-elle pour ſe mettre en équilibre dans d'autres corps qui en ont encore moins, car c'eſt ainſi que s'opere le refroidiſſement, ces molécules ſe rapprochent les unes des autres; elles viennent à ſe toucher par les petites facettes qu'elles ſe préſentent, elles adherent les unes aux autres, & forment un corps ſolide. Ce que nous diſons des petites facettes des particules de l'eau, paroît prouvé par les ramifications de la glace; car ces ramifications, tant dans la glace que dans la neige, ſe font toujours ſous des angles

de 60 ou 120 degrés ; ce qui indique des plans uniformément inclinés. On parlera ailleurs, avec quelque étendue, de ce phénomene qui tient à la cryſtalliſation.

Il ſeroit au ſurplus ridicule aujourd'hui de recourir, pour expliquer la formation de la glace, à de prétendues particules frigorifiques, dont jamais rien ne juſtifia l'exiſtence. L'eau ſe glace à un degré de chaleur qui ne peut plus la tenir en fuſion, par la même raiſon & par le même méchaniſme que le plomb ſe fige à un degré de chaleur moindre que le 226e du thermometre de Réaumur. Or ces mêmes phyſiciens qui ont recours aux particules frigorifiques répandues dans l'air, n'y recourent pas dans ce cas : ils reconnoiſſent très-bien ici que la congelation du plomb ne vient que du rapprochement de ſes molécules, que le feu ne tient plus ſuffiſamment écartées les unes des autres ; pourquoi donc, dans le cas de la congelation de l'eau, recourir à quelque choſe de plus ?

Il eſt vrai qu'il y a dans la congelation de l'eau un phénomene fort ſingulier ; c'eſt que l'eau diminue de volume à meſure qu'elle ſe refroidit : mais au moment que la glace ſe forme, ce volume augmente : d'où les phyſiciens dont nous parlons concluent l'introduction d'une matiere étrangere, ou de leurs particules frigorifiques. Mais nous obſerverons, 1° que le fer eſt dans le même cas, 2° que cet effet eſt celui de la cryſtalliſation ; car, nous le répétons, la congelation de l'eau n'eſt qu'une cryſtalliſation, dans laquelle ſes molécules prennent entr'elles un arrangement déterminé par leur forme primitive. Or cet arrangement ne peut ſans doute pas s'effectuer ſans qu'il en réſulte une augmentation de volume, comme cela arrive au

fer

fer quand il ſe fige ou perd ſa fluidité, par la ſeule diminution de la chaleur qui le tenoit en fuſion. Ceci ſera plus clair quand on aura connu les phénomenes de la cryſtalliſation.

L'eau diſſout les ſels & une infinité de ſubſtances. C'eſt encore un phénomene connu. Il n'eſt perſonne qui ignore que tous les corps ſalins, ſoit acides, ſoit alkalis, ſoit neutres, ſont ſolubles dans l'eau, en plus ou moins grande quantité; & un phénomene fort ſingulier à cet égard, c'eſt que de l'eau qui tient en diſſolution un certain ſel autant qu'elle en peut tenir, ne laiſſe pas de diſſoudre encore quelque autre ſel. Mais le plus ſouvent elle abandonne l'un en ſe chargeant de l'autre, ſi elle a avec ce dernier une plus grande affinité.

Parmi les autres ſubſtances que l'eau diſſout, nous remarquerons principalement la partie gommeuſe ou mucilagineuſe des animaux ou des végétaux, qui eſt préciſément celle qui ſert à la nourriture des premiers, & la ſeule qui ſerve à cet objet. C'eſt par cette propriété que l'eau eſt ſi utile à l'économie animale; car il faut que les parties nourriſſantes des aliments ſoient diſſoutes & étendues dans l'eau ou dans quelque fluide équivalent avant que d'être avalées, ou que cette diſſolution ſe faſſe dans l'eſtomac après la déglutition. De-là vient que l'eau eſt en quelque ſorte le premier aliment de l'homme & des animaux. Elle n'eſt pas aliment elle-même, mais elle eſt le véhicule de tout ce qui eſt aliment.

L'eau enfin, & nous nous bornerons à ceci, eſt la baſe de tous les autres fluides aqueux, comme les eſprits, les huiles, &c; car d'abord il n'en eſt aucun dont, par une opération fort ſimple, celle de la diſtillation, on ne tire plus ou

moins d'eau. La combuſtion produit le même effet, en dégageant la matiere purement aqueuſe. Ainſi donc il nous paroît que toutes les liqueurs inflammables, comme les huiles, ſoit graſſes, ſoit éthérées, les eſprits, ne ſont qu'une combinaiſon de l'eau avec le phlogiſtique, & quelquefois avec un peu de la terre dont nous allons parler.

§. IV.

De la Terre.

La terre eſt cette partie compoſante des mixtes, qui reſte fixe après leur analyſe. Lorſque, par l'action du feu, on a conſumé ou fait exhaler la partie inflammable, qu'on a rendu l'air à la maſſe atmoſphérique, que l'eau s'eſt élevée en vapeurs, il reſte un corps fixe & ſolide, déſormais inaltérable par le feu; c'eſt la terre élémentaire; & ce ſont ſes diverſes eſpeces qui conſtituent ordinairement la nature de ce mixte.

On eſt forcé en effet, du moins juſqu'à ce qu'on ſoit arrivé à une décompoſition ultérieure de ce corps fixe, à reconnoître que la terre élémentaire n'eſt pas toute de la même nature; au lieu qu'il eſt démontré que toute eau, tout air reſpirable, eſt homogene; car lorſque, par la calcination, par exemple, on eſt parvenu à réduire un métal en chaux, laquelle eſt vitrifiable, cette chaux ou terre n'eſt certainement point homogene, ni à une autre chaux métallique, ni au *caput mortuum*, ou à la terre d'un autre corps, comme la chaux de la pierre, ou la terre des végétaux quelconques ou animaux calcinés. La preuve en eſt ſimple, car la chaux métallique étant revivifiée par l'addi-

tion du phlogiſtique, ne produit que le même métal qui avoit donné cette chaux ; &, par quelque voie que ce ſoit, la terre d'un autre mixte qu'un métal ne donnera un métal, quelque combinaiſon qu'on faſſe. Cette propriété des chaux métalliques, eſt la baſe de l'art de ſéparer les métaux d'avec les terres & pierres avec leſquelles ils ſont minéraliſés ; car auſſi-tôt que leurs chaux, vitrifiées par la violence du feu, ſe trouvent en contact avec les matieres charbonneuſes, celles des métaux reprennent leur forme métallique, & ſe dégagent par leur poids des chaux vitrifiées de ces autres matieres hétérogenes avec leſquelles elles étoient confondues.

On diſtingue ordinairement les terres en calcaires, vitrifiables, & apyres ou réfractaires. Les terres calcaires ſont celles qui, brûlées au feu, ſe réduiſent en chaux. Il n'eſt perſonne qui ne connoiſſe les propriétés de la chaux, dont la principale & caractériſtique eſt celle d'attirer & abſorber avec violence l'humidité, & de s'en abreuver avec efferveſcence. Mais il n'eſt pas néceſſaire de les faire paſſer par cette épreuve pour les reconnoître. On les diſtingue facilement, en les expoſant à l'action d'un acide un peu actif. Les terres calcaires s'y diſſolvent avec plus ou moins d'efferveſcence, à la différence des autres qui n'y éprouvent aucune diſſolution.

Les terres vitrifiables ſont celles qui, expoſées à un feu plus ou moins actif, y éprouvent une fuſion, & deviennent plus ou moins fluides.

Les terres apyres ou réfractaires ſont celles ſur leſquelles le feu le plus violent que peuvent produire nos fourneaux, n'a aucune action.

Nous diſons le feu le plus violent que nous

puiſſions exciter dans nos fourneaux ; car nous penſons que ſi toutes les terres ne ſont pas vitrifiables, cela vient uniquement de ce que nous ne pouvons produire un feu ſuffiſant. En effet, à meſure que l'on eſt parvenu à produire des degrés de feu plus conſidérables, on eſt auſſi parvenu à vitrifier des matieres qui juſqu'alors avoient réſiſté à la violence du feu. Mais un phénomene bien ſingulier, c'eſt que des matieres qui ſéparément ſont infuſibles, étant mêlées enſemble deviennent fuſibles & vitrifiables : ainſi, par exemple, une terre calcaire mélangée avec l'argile, coule & devient verre. Ordinairement les matieres métalliques mélangées, ſoit avec les terres calcaires, ſoit avec des terres réfractaires, comme l'argile pure, leur communiquent auſſi la fuſibilité qu'elles n'ont pas elles-mêmes ſéparément.

Nous bornons ici ce qu'on peut dire des éléments ; ce que l'on vient de voir eſt ce qu'il y a de plus ſolide & de mieux démontré ſur ce ſujet. Nous allons paſſer à parcourir ſucceſſivement toutes les parties de la phyſique, en choiſiſſant ce qu'elles préſentent de plus curieux & de plus piquant. Nous l'avons déja dit, nous ne nous aſtreindrons preſque à aucun ordre : des entrailles de la terre, nous nous éleverons quelquefois tout-à-coup aux régions ſupérieures de l'atmoſphere ; d'un problême de phyſique céleſte, nous paſſerons à une queſtion de météorologie. Nous nous bornerons à traiter à part l'électricité, le magnétiſme, & la chymie, parceque ces parties de la phyſique ſont extrêmement fertiles en expériences curieuſes, & préſentent toutes ſeules matiere à des traités conſidérables.

PROBLÊME I.

Conſtruction de la machine pneumatique, & expoſition de quelques-unes des principales expériences auxquelles elle ſert.

L'AIR étant un fluide élaſtique, il ne faut qu'une légere attention pour ſentir que s'il eſt renfermé dans un vaſe clos, qu'à ce vaſe ſoit adapté un corps de pompe auquel il communique, lorſque l'on retirera le piſton, l'air contenu dans ce vaſe ſe répandra dans la capacité de ce corps de pompe. Si donc alors on intercepte la communication du vaſe & du corps de pompe, & qu'on en ouvre une entre ce dernier & l'air extérieur, on chaſſera, en pouſſant le piſton, l'air contenu dans le corps de pompe. Qu'on ferme maintenant la communication entre le corps de pompe & l'air extérieur, qu'on ouvre celle du corps de pompe & du vaſe, & enfin qu'on retire le piſton: l'air contenu dans le vaſe ſe répandra encore en partie dans la capacité du corps de pompe; & réitérant la même manœuvre que la premiere, on évacuera l'air contenu dans cette capacité. Si le corps de pompe eſt, par exemple, égal en capacité à ce vaſe avec lequel il communique, la premiere opération réduira l'air à la moitié de ſa denſité, la ſeconde à la moitié de la moitié, ou au quart, & ainſi de ſuite: ainſi un aſſez petit nombre de coups de piſton réduira l'air contenu dans le vaſe propoſé, à une très-grande ténuité.

Tel eſt le mécaniſme de la machine pneumatique, dont voici une deſcription plus préciſe. Pl. 1, *AB* eſt (*fig.* 1) un corps de pompe cylindrique, fig. 1.

dans lequel joue le piſton D, au moyen de la branche DC, à l'extrémité de laquelle eſt un étrier dans lequel on puiſſe paſſer le pied pour l'entraîner en bas, en agiſſant de tout ſon poids. Ce corps de pompe eſt dans le haut embraſſé par un collet, duquel partent trois ou quatre pieds formants un empatement, & qui s'implantent dans un bâtis ſolide & horizontal, quarré ou triangulaire. Du fond A du corps de pompe, part un tuyau d'un pouce environ de diametre, ſur la partie ſupérieure duquel s'adapte un plateau circulaire avec un petit rebord. C'eſt ſur ce plateau que ſe poſe le récipient en forme de cloche, dont on fait fréquemment uſage dans les expériences pneumatiques. Ce plateau eſt ordinairement percé par le petit tuyau dont nous avons parlé plus haut, qui ſert à établir la communication entre le vaſe & le corps de pompe. Il eſt communément tourné extérieurement en vis, afin de pouvoir, ſuivant le beſoin, y viſſer le tuyau d'un autre vaiſſeau, comme un ballon dont on voudroit vuider l'air. Enfin, au deſſous de la platine, entr'elle & le corps de pompe, eſt une clef I, tellement conformée, qu'en la tournant d'un côté on établit une communication entre le corps de pompe & le récipient, pendant qu'on empêche la communication entre l'air extérieur & la capacité de ce corps de pompe; & au contraire, en tournant la clef en ſens contraire, on ouvre cette derniere, & on interdit la premiere. Telle eſt la forme d'une machine pneumatique, du moins de certaines & des plus ſimples, car il en eſt de plus compoſées. Il y en a, par exemple, à deux corps de pompe, dont les piſtons ſont mus alternativement par une manivelle, enſorte qu'il y a toujours un de ces corps

qui se remplit de l'air du vase, pendant que l'autre évacue dans l'air extérieur celui qu'il contenoit. Mais il est superflu, pour notre objet, d'entrer dans ces détails. On peut consulter les divers ouvrages de physique qui traitent de cette matiere : on y verra ce que divers physiciens & mécaniciens ont ajouté à la machine pneumatique, pour en rendre l'usage plus commode ou plus général.

Il est aisé, en combinant cette description avec ce qu'on a dit plus haut, de deviner comment on se sert de cette machine. On commence, lorsqu'on se sert d'un récipient en forme de cloche, on commence, dis-je, à placer sur la platine FG un cuir mouillé, & percé dans son centre, pour laisser passer le bout de tuyau H. L'utilité de ce cuir consiste à faire que le contact des bords du récipient soit plus exact que s'ils posoient sur le métal; car il resteroit toujours quelque ouverture, quelque fente, par laquelle l'air extérieur s'introduiroit. Cela fait, on pose dessus le récipient, en le comprimant un peu sur le cuir; on tourne la clef de maniere à ouvrir la communication entre le corps de pompe & le récipient, & l'on abaisse le piston, (que nous supposions relevé jusqu'au plus haut,) en appuyant avec le pied sur l'étrier. Lorsque le piston est au plus bas, on tourne la clef de maniere à intercepter la premiere communication, & à établir celle du corps de pompe avec l'air extérieur; alors on releve le piston, ce qui chasse l'air contenu dans le corps de pompe; on retourne ensuite la clef, ce qui ferme cette seconde communication & rouvre la premiere, & on rabaisse le piston. Chaque coup de pompe évacue une portion de l'air primitif contenu dans le récipient, & dans une progression géométrique décroissante. Si,

par exemple, le corps de pompe eſt égal en capacité au récipient, le premier coup de piſton fera ſortir la moitié de l'air contenu dans ce récipient, le ſecond un quart, le troiſieme un huitieme, le quatrieme un ſeizieme, &c. enſorte qu'il eſt vrai de dire qu'on ne ſçauroit jamais l'évacuer entiérement; mais, en quatorze ou quinze coups de piſton, il ſera ſi raréfié, qu'il n'y en aura plus qu'une partie infiniment petite; car, dans la ſuppoſition ci-deſſus, par exemple, la quantité d'air reſtante après le premier coup de piſton, ſera $\frac{1}{2}$; après le ſecond, $\frac{1}{4}$; après le troiſieme, elle ſera $\frac{1}{8}$; & ainſi de ſuite: elle ſera donc, après le quinzieme coup de piſton, d'une 32768e ſeulement; ce qui équivaut ordinairement à un vuide parfait pour les expériences qu'on a à faire.

Après cette inſtruction ſur la forme & l'uſage de la machine pneumatique, nous allons paſſer à quelques-unes des expériences les plus curieuſes.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

Poſez ſur le plateau de la machine un récipient en forme de cloche. Tant que vous n'en aurez point pompé l'air, vous n'éprouverez aucune réſiſtance, que celle de ſon poids, à l'enlever; mais donnez ſeulement un coup de piſton, il adhérera déja très-fortement à la platine: il y tiendra encore plus fortement, après 2, 3, 4, &c. coups; après 18 ou 20 coups, il y adhérera avec une force de pluſieurs milliers. Si, par exemple, la baſe du récipient étoit un cercle d'un pied de diametre, cette force ſeroit de 1760 livres.

Cette expérience prouve la peſanteur de l'air de l'atmoſphere; car cet air eſt le ſeul corps qui puiſſe, en s'appuyant ſur le récipient, cauſer l'adhérence

qu'on éprouve : il n'y en a aucune quand il y a de l'air ſous le récipient, auſſi denſe que celui qui eſt dehors ; ils ſe font alors équilibre l'un à l'autre : mais celui de dedans étant évacué en tout ou en partie, l'équilibre eſt rompu, & l'air extérieur preſſe le récipient contre la platine, avec l'excès de ſon poids ſur la force que lui oppoſe l'air intérieur. On trouve enfin que cette force eſt égale à celle d'un cylindre d'eau de 32 pieds de hauteur, ſur une baſe égale à celle du récipient. C'eſt ainſi que nous avons trouvé, dans l'exemple ci-deſſus, une force de 1760 livres ; car le pied cylindrique d'eau peſe 55 livres, & conſéquemment les 32 en peſent 1760.

IIe EXPÉRIENCE.

Placez dans le récipient une pomme extrêmement ridée, ou une veſſie fort flaſque, & dans laquelle il reſte néanmoins quelque peu d'air ; évacuez l'air du récipient : vous verrez la peau de la pomme ſe tendre, & reprendre preſque la forme & la fraîcheur qu'elle avoit lorſqu'on l'a cueillie. La veſſie ſe tendra pareillement, & pourra même ſe diſtendre juſqu'à crever. Lorſque vous rendrez l'air, elles reviendront l'une & l'autre à leur premier état.

On a ici une preuve de l'élaſticité de l'air. Tant que la pomme ridée, ou la veſſie fort flaſque, ſont plongées dans l'air atmoſphérique, ſon poids contient l'effort élaſtique de l'air contenu dans l'une & l'autre ; mais, dès que ce dernier eſt ſoulagé du poids du premier, ſon élaſticité agit & ſouleve les parois du vaiſſeau où il eſt renfermé. Rendez l'air, voilà le reſſort com-

primé comme auparavant, & il revient à ſon premier état.

IIIe EXPÉRIENCE.

Placez ſous le récipient un petit animal, comme un petit chat, une ſouris, &c. & pompez l'air; vous verrez auſſi-tôt cet animal s'agiter, s'enfler, mourir enfin diſtendu & écumant. C'eſt l'effet de l'air contenu dans la capacité de ſon corps, qui, n'étant plus comprimé par l'air extérieur, agit par ſon reſſort, diſtend les membranes, & jette dehors les humeurs qu'il rencontre ſur ſon chemin.

IVe EXPÉRIENCE.

Mettez ſous le récipient des papilllons, des mouches; vous les verrez voltiger tant que l'air ſera ſemblable à l'air extérieur: mais auſſi-tôt que vous aurez donné quelques coups de piſton, vous les verrez faire de vains efforts pour s'élever; l'air devenu trop rare, ne le leur permettra plus.

Ve EXPÉRIENCE.

Ayez une bouteille applatie, à laquelle vous adapterez un petit tuyau propre à de ſe viſſer avec le bout du tuyau qui excede la platine de la machine: vous n'aurez pas plutôt donné une couple de coups de piſton, ou même au premier, que vous la verrez ſauter en morceaux: c'eſt pourquoi il eſt à propos de l'envelopper d'un linge, pour éviter le mal que pourroient faire les éclats.

Cela n'arrive pas à un récipient en forme de ballon, à cauſe de ſa forme ſphérique, qui fait voûte contre le poids de l'air extérieur.

VIe EXPÉRIENCE.

Ayez une petite machine compoſée d'un timbre, & d'un petit marteau qui ſoit mis en mouvement & frappe le timbre au moyen d'un rouage; montez cette petite machine, &, après l'avoir miſe en mouvement, placez-la ſous un récipient; pompez l'air: vous entendrez auſſi-tôt le ſon s'affoiblir; il s'affoiblira même de plus en plus, & au point de n'être plus entendu, à meſure que vous extrairez davantage l'air. Au contraire, à meſure que vous le rendrez, le ſon du timbre ſera entendu de mieux en mieux.

Cette expérience, que nous avons citée ailleurs, prouve que l'air eſt abſolument néceſſaire pour la tranſmiſſion du ſon, & qu'il en eſt le véhicule.

VIIe EXPÉRIENCE.

Percez le ſommet d'un récipient, & par le trou faites paſſer le tuyau d'un barometre, enſorte que la petite cuvette ſoit dans l'intérieur du récipient; vous fermerez au reſte le trou du ſommet avec du maſtic, enſorte que l'air n'y puiſſe point pénétrer; mettez enfin ce récipient ainſi préparé, ſur la platine de la machine pneumatique, & pompez l'air: au premier coup de piſton, vous verrez le mercure s'abaiſſer conſidérablement; un ſecond coup le fera encore s'abaiſſer, mais d'une hauteur moindre que la premiere; & ainſi de ſuite, dans une proportion décroiſſante. A meſure enfin qu'il reſtera moins d'air dans le récipient, le mercure approchera davantage de ſe mettre de niveau.

VIIIe EXPÉRIENCE.

Ayez deux hémiſpheres creux, de fer ou de-

cuivre, de deux pieds de diametre, qui puiſſent s'adapter l'un ſur l'autre par leurs bords bien unis, de maniere qu'enſemble ils forment un globe creux; que l'un des deux ſoit garni d'un tube pénétrant dans ſa capacité, garni d'une clef de robinet, & ſuſceptible de ſe viſſer ſur le bout du tube H de la machine pneumatique. Chacun de ces hémiſpheres doit être auſſi garni d'un anneau, au moyen duquel on puiſſe ſuſpendre l'un & attacher des poids à l'autre.

Cela ainſi préparé, adaptez ces deux hémiſpheres concaves l'un ſur l'autre, avec une rondelle de peau mouillée entre deux, pour que le contact des bords ſoit plus exact. Viſſez ſur le bout du tube H de la machine pneumatique, celui qui communique à l'intérieur du globe, & évacuez-en l'air autant qu'il vous ſera poſſible, par quarante ou cinquante coups de piſton, ou davantage. Fermez enſuite, en tournant la clef du robinet, la communication de la capacité du globe avec l'extérieur, & retirez-le de deſſus la machine. Vous ſuſpendrez après cela ce globe, par un des anneaux, à un crochet éloigné de quelques pieds d'une muraille, & à l'autre crochet vous attacherez par quatre chaînes un plateau quarré un peu élevé de terre. Vous mettrez enfin des poids ſur ce plateau, & vous verrez qu'il en faudra une quantité conſidérable. En effet, ſi l'air eſt bien évacué, & que ce globe creux ait deux pieds de diametre, on trouve que la force avec laquelle ils ſont preſſés l'un contre l'autre, équivaut à un poids de ſept milliers.

C'eſt-là ce qu'on appelle la fameuſe expérience de Magdebourg, parceque ſon auteur eſt Otton Guerrike, bourgmeſtre de cette ville. Il mettoit

pluſieurs paires de chevaux, les uns tirant d'un côté, les autres de l'autre, ſans qu'ils puſſent parvenir à disjoindre les deux hémiſpheres. Et cela n'a rien d'étonnant ; car quoique ſix chevaux, par exemple, tirent une charrette chargée de pluſieurs milliers, on ſçait qu'ils n'exercent pas, chacun & l'un portant l'autre, un effort continu qui excede beaucoup 180 livres ; & en tirant par ſacade, peut-être n'excede-t-il pas 4 à 500 livres. Ainſi, ſix chevaux ne font qu'un effort de trois milliers. Nous le ſuppoſerons même de quatre à cinq milliers ; mais les ſix chevaux, tirant en ſens contraire, ne doublent pas cette force ; ils ne font qu'oppoſer à la premiere la réſiſtance néceſſaire pour que celle-ci agiſſe, & ne font rien de plus qu'un obſtacle immobile auquel le globe ſeroit attaché. Il n'eſt donc pas étonnant que, dans l'expérience de Magdebourg, douze chevaux ne parvinſſent pas à disjoindre les deux hémiſpheres ; car, dans cette diſpoſition, ces douze chevaux n'équivaloient qu'à ſix ; & l'on voit que l'effort de ces ſix chevaux, évalué au plus haut, étoit encore fort inférieur à celui qu'ils avoient à ſurmonter.

PROBLÊME II.

Renverſer un verre plein de liqueur, ſans qu'elle s'écoule.

VERSEZ une liqueur quelconque dans un verre, enſorte qu'il ſoit plein juſqu'au bord ; appliquez deſſus un quarré de papier un peu fort, qui couvre entiérement l'orifice, & par-deſſus le papier une ſurface plane, comme le dos d'une aſſiette ou une glace : retournez enſuite le tout, enſorte que le

vaſe ſoit renverſé : vous le ſouleverez alors, & vous verrez que le papier & l'eau ne tomberont point.

Cet effet eſt produit par la peſanteur de l'air, qui preſſant ſur le papier qui couvre l'orifice du verre, avec un poids bien ſupérieur à celui de l'eau, doit néceſſairement le ſoutenir. Mais comme le papier ſe mouille, & donne peu à peu paſſage à l'eau, il arrive à la fin qu'elle tombe tout-à-coup.

REMARQUE.

ON pourra, par un moyen à peu près ſemblable, puiſer de l'eau par un tube ouvert des deux côtés ; car ſoit un tube renflé par le milieu, & Pl. 1, terminé aux deux bouts, comme AB, (*fig.* 2.) fig. 2. par deux ouvertures aſſez étroites ; plongez-le dans un fluide les deux bouts ouverts, juſqu'à ce qu'il ſoit plein ; poſez enſuite le bout du doigt ſur un des bouts, de maniere à en boucher l'ouverture : vous pourrez retirer ce tuyau plein, ſans que le fluide s'écoule par l'autre ouverture, & il ne ſe vuidera que lorſque vous retirerez le doigt qui bouche la premiere.

Au lieu d'employer un tuyau comme celui qu'on vient de décrire, on pourroit employer un Fig. 3. vaſe tel que AB, *fig.* 3, fait comme une bouteille dont le fond ſoit percé d'une grande quantité de petits trous. Ce vaſe étant plongé dans l'eau par le fond, & l'orifice ſupérieur étant ouvert, ſe remplira. Mettez enſuite le bout du doigt ſur cet orifice, & retirez le vaſe de l'eau ; il reſtera plein, tant que votre doigt reſtera dans cette ſituation : retirez-le, l'eau s'écoulera auſſi-tôt.

C'eſt ce qu'on appelle la *clepſydre* ou l'*arroſoir*

d'Ariſtote ; mais ni Ariſtote, ni les phyſiciens qui le ſuivirent, juſqu'à Torricelli, ne donnerent pas de meilleure raiſon de cet effet, que celle de l'horreur que la nature avoit, diſoient-ils, pour le vuide.

PROBLÊME III.

Vuider toute l'eau contenue dans un vaſe, par le moyen d'un ſyphon.

ON appelle *ſyphon*, un tuyau formé de deux branches AB, CD, réunies entr'elles par une partie courbe ou rectiligne BC, cela n'importe aucunement. Dans cette partie eſt quelquefois une ouverture, qui ſert ou à remplir les deux branches, ou à aſpirer le liquide dans lequel la plus courte eſt plongée, tandis que l'autre eſt bouchée. On s'en ſervira ainſi pour réſoudre le problême propoſé.

Ayant rempli de liqueur les deux branches du ſyphon, & les ayant bouchées avec les doigts, vous plongerez la plus courte dans le vaſe, enſorte que ſon bout touche preſque au fond ; vous ôterez alors le doigt du bout de la plus longue, qui ſera conſéquemment plus baſſe que le fond du vaſe à vuider : la liqueur s'écoulera par l'extrémité D de cette branche, & entraînera, pour ainſi dire, celle du vaſe juſqu'à la derniere goutte. Pl. 1, fig. 4.

Ce phénomene eſt encore un effet de la peſanteur de l'air ; car lorſque le ſyphon eſt plein de liqueur, & placé comme on l'a dit, l'air agit par ſon poids ſur la ſurface de la liqueur à vuider, & en même temps ſur l'orifice de la branche la plus baſſe. Cette derniere preſſion l'emporte à la vérité, par cette raiſon, un peu ſur l'autre ; cependant, comme cette branche eſt pleine d'une li-

queur qui eſt plus peſante que l'air, l'avantage doit lui reſter, & cette colonne doit ſe précipiter en bas. Mais en même temps l'air qui preſſe ſur la ſurface du fluide du vaſe, fait entrer de la liqueur dans la branche du ſyphon qui y eſt plongée; ce qui en fournit de nouvelle à la plus longue, & ainſi continuellement, juſqu'à ce que toute la liqueur ſoit épuiſée.

REMARQUES.

I. ON pourroit aiſément vuider de cette maniere, par le bondon, tout le vin qui eſt contenu dans un tonneau; & c'eſt ainſi qu'on s'y prend dans quelques endroits, pour tranſvaſer le vin d'un tonneau dans un autre, ſans troubler la lie qui eſt au fond.

II. On pourroit de cette maniere faire paſſer l'eau d'un endroit dans un autre plus bas, en paſſant par-deſſus un obſtacle plus élevé que l'un & l'autre, pourvu néanmoins que le lieu ſur lequel l'eau devroit commencer à monter, ne fût pas plus haut que 32 pieds; car on ſçait que la peſanteur de l'atmoſphere ne ſçauroit ſoutenir une colonne d'eau de plus de 32 pieds. Il ſeroit même à propos que cet obſtacle fût au moins de pluſieurs pieds moins haut que de 32 pieds au deſſus du niveau du fluide à élever; car autrement l'eau ne marcheroit qu'avec beaucoup de lenteur; à moins que la branche la plus longue n'eût ſon orifice beaucoup plus bas que ce même niveau.

C'eſt-là une ſorte de pompe peu diſpendieuſe, qu'on pourroit employer pour dériver de l'eau d'un endroit dans un autre, lorſqu'on n'auroit pas la liberté ou la faculté de percer l'obſtacle interpoſé, pour y établir un canal de communication.

tion. Je n'oſerois néanmoins, ſans en avoir fait l'expérience, donner ce moyen comme bien sûr, à cauſe de l'air qui pourroit ſe cantonner dans le haut du coude du tuyau.

C'eſt encore de la propriété du ſyphon que dépendent les jeux hydrauliques qui ſuivent.

PROBLÊME IV.

Préparer un vaſe qui, étant rempli de quelque liqueur à une certaine hauteur, la conſerve, & qui la perde toute, étant rempli de la même liqueur à une hauteur tant ſoit peu plus grande.

CEUX qui ont voulu donner à cette petite machine hydraulique un air plus piquant, y ont ajouté une petite figure qu'ils ont appelée *Tantale*, parcequ'elle eſt dans l'attitude de boire; mais auſſi-tôt que l'eau eſt parvenue à la hauteur de ſes levres, elle s'écoule tout-à-coup. Voici ſa conſtruction.

Soit un vaſe de métal ABCE, partagé en deux cavités par le diaphragme *f*F. Le milieu eſt percé d'un trou rond, propre à recevoir un tuyau MS d'environ deux lignes de diametre, & dont l'orifice inférieur doit deſcendre quelque peu au deſſous du diaphragme. On couvre ce tuyau d'un autre un peu plus large, fermé par en haut, & ayant en bas ſur le côté une ouverture, enſorte que, lorſqu'on verſera de l'eau dans le vaſe, elle puiſſe s'y inſérer entre deux, & monter juſqu'à l'orifice ſupérieur S du premier. Enfin l'on maſquera ce mécaniſme par une petite figure dans l'attitude d'un homme qui ſe baiſſe pour boire, & dont les levres ſeront un peu au deſſus de l'orifice S. Pl. 1, fig. 5.

Lorſqu'on verſera de l'eau dans ce vaſe, elle n'aura pas plutôt touché les levres de la petite figure, que, ſurpaſſant l'orifice S, elle commencera à s'écouler par le tuyau SM, & il s'établira un mouvement de ſyphon, en vertu duquel l'eau s'écoulera juſqu'à la derniere goutte dans la cavité inférieure, qui doit avoir ſur le côté, vers le diaphragme, une ouverture par laquelle l'air s'échappe en même temps.

On pourroit rendre cette machine hydraulique encore plus plaiſante, en faiſant la petite figure de maniere que l'eau, arrivée vers ſon dernier point de hauteur, lui fît faire un mouvement de tête pour s'approcher d'elle; ce qui repréſenteroit mieux le geſte de Tantale, tâchant de ſaiſir l'eau pour étancher ſa ſoif.

PROBLÊME V.

Conſtruction d'un vaſe qui contienne ſa liqueur étant droit, & qui étant incliné comme pour boire, la perde auſſi-tôt toute.

CE vaſe pourroit s'appeller *la coupe enchantée*, & pourroit ſervir à mettre en action le conte fameux de La Fontaine qui porte ce titre : il ſeroit ſeulement beſoin d'en maſquer le mécaniſme, ce qui n'eſt pas difficile.

Pour former un vaſe qui ait cette propriété, il faut percer ſon fond ou ſon côté, & y adapter la plus longue jambe d'un ſyphon, dont l'autre atteindra preſque le fond, comme on voit dans la *fig. 6.* Cela fait, qu'on rempliſſe ce vaſe d'une liqueur quelconque, juſqu'à la courbure inférieure du ſyphon; il eſt évident que, lorſqu'on le portera

Pl. 1, fig. 6.

à la bouche & qu'on l'inclinera, ce mouvement fera ſurmonter cette courbure par la ſurface de la liqueur : alors, par la nature du ſyphon, la liqueur commencera à y couler, & elle ne ceſſera de le faire juſqu'à ce qu'il n'y en ait plus, quand même on remettroit le vaſe droit.

La *fig.* 7 repréſente la maniere dont on pourroit maſquer l'artifice entre les deux fonds d'une coupe ; car le ſyphon *a b c* caché entre ces deux fonds, produira le même effet. On préſentera donc le vaſe de la maniere convenable, à celui qu'on voudra tromper, c'eſt-à-dire enſorte qu'il applique les levres du côté de *b*, ſommet du ſyphon : l'inclinaiſon de la liqueur la fera ſurmonter ce ſommet, & auſſi-tôt elle fuira par *c*. Mais celui qui ſera inſtruit de l'artifice, l'appliquera à ſa levre du côté oppoſé, & n'éprouvera point la même diſgrace. Pl. 1, fig. 7.

PROBLÊME VI.

Conſtruction de la fontaine qui coule & s'arrête alternativement.

CETTE fontaine, qui eſt de l'invention de M. Shermius, eſt fort ingénieuſe, & préſente un petit ſpectacle aſſez divertiſſant, parcequ'il ſemble qu'elle coule & s'arrête au commandement. C'eſt encore un jeu de ſyphon qui, par le mécaniſme particulier de cette machine, tantôt eſt obſtrué & ſuſpendu, tantôt eſt libre & agiſſant, comme on va le voir par la deſcription qui ſuit.

AB eſt un vaſe ſemblable à un tambour, & fermé de tous côtés. Au fond d'en bas & au milieu F, eſt ſoudé un tuyau CD. Ses deux extrémités C, D, ſont ouvertes ; mais celle d'en haut Pl. 2, fig. 8.

C ne doit pas toucher le fond, afin de donner paſſage à l'eau. Pour remplir ce vaſe, on le renverſe, & l'on introduit l'eau par l'ouverture D, juſqu'à ce qu'il ſoit à peu près plein.

Du milieu du fond d'une autre cuvette cylindrique un peu plus large, GH, s'éleve un tuyau DE, tant ſoit peu plus étroit, enſorte qu'il puiſſe entrer exactement dans le premier. Il doit être auſſi un peu moins haut, & ſon ſommet E doit être ouvert.

Ces deux tuyaux CD, ED, doivent avoir à une égale hauteur peu au deſſus du fond de la cuvette inférieure, deux trous correſpondants I, *i*, enſorte qu'introduiſant un des tuyaux dans l'autre, ils ſe correſpondent, & établiſſent entre l'air extérieur & celui du vaſe ſupérieur une communication. Enfin le vaſe AB doit avoir à ſon fond deux ou quatre ouvertures, comme K, L, par où l'eau puiſſe s'écouler dans la cuvette d'en bas GH; & cette cuvette doit avoir auſſi un ou deux trous, comme M, N, moindres, par où l'eau puiſſe auſſi s'écouler dans un autre grand vaſe ſur lequel portera toute la machine.

Pour faire jouer cette petite machine, on commencera par remplir preſque entiérement d'eau le vaſe AB; puis, bouchant les tuyaux K, L, on fera entrer le tuyau DE dans CD, enſorte que la cuvette GH ſerve comme de baſe, & on fera répondre l'un à l'autre les deux trous I, *i*; on débouchera enfin les trous ou petits tuyaux K, L: alors l'air extérieur, communiquant par l'ouverture I *i*, avec celui qui eſt au deſſus de l'eau du vaſe AB, l'eau coulera ſans difficulté dans la cuvette GH: mais comme il en ſortira moins de cette cuvette qu'il n'en tombera d'en haut, elle s'élé-

vera bientôt au deſſus de l'ouverture I *i* , & interceptera la communication de l'air extérieur avec celui du haut du vaſe AB , & peu après l'eau s'arrêtera. L'eau continuant de couler de la cuvette , ſans qu'il y en arrive de nouvelle , peu après l'ouverture I *i* ſe trouvera débouchée , & la communication ci-deſſus ſe trouvera rétablie : ainſi l'eau ſe remettra à couler par les tuyaux K , L , & elle montera au deſſus de I *i*, ce qui fera que peu après l'eau s'écoulera de nouveau , & ainſi alternativement , juſqu'à ce que toute l'eau du vaſe AB ſoit vuidée.

On reconnoît à un petit gargouillement le moment où l'air va s'introduire par l'ouverture I *i* dans le haut du vaſe AB , & l'on ſaiſit ce moment pour commander à la fontaine de couler ; on lui ordonne pareillement de ceſſer , lorſque l'on voit l'eau paſſer au deſſus de cette même ouverture I *i*. De-là vient le nom qu'on lui a donné , de *fontaine de commandement.*

PROBLÊME VII.

Conſtruction d'une clepſidre montrant l'heure par l'écoulement uniforme de l'eau.

NOUS avons vu dans la Mécanique , que ſi un vaſe eſt percé par ſon fond , l'eau s'en écoule plus vîte dans le commencement que ſur la fin ; enſorte que ſi l'on vouloit employer l'écoulement de l'eau pour marquer les heures , ainſi que faiſoient les anciens , il faudroit que les diviſions fuſſent fort inégales , puiſqu'en diviſant toute la hauteur en 144 parties égales , la plus élevée devroit , ſi le vaſe étoit cylindrique , en comprendre 23 , la ſeconde 21 , &c. & la derniere 1 ſeulement.

Y auroit-il quelque moyen de faire que cette eau s'écoulât uniformément? Voilà un problême qui ſe préſente naturellement à la ſuite de l'obſervation précédente. Nous l'avons déja réſolu dans la mécanique, en enſeignant quelle forme il faudroit donner à un vaſe pour que l'eau s'en écoulât uniformément par un trou percé à ſon fond. Mais en voici une autre ſolution plus parfaite, en ce que, quelle que ſoit même la loi de la retardation de la viteſſe de l'eau, elle eſt également exacte.

Cette ſolution eſt fondée ſur la propriété du ſyphon, & elle eſt aſſez ancienne, puiſqu'elle eſt de Héron d'Alexandrie. La voici.

Ayez un ſyphon ABC, à branches inégales, dont vous garnirez la plus petite AB d'un ſupport de liegé, capable de tenir cette derniere branche & tout le ſyphon dans la ſituation verticale, comme on le voit dans la *fig. 9*. Lorſque vous l'aurez mis en jeu, & que l'eau aura commencé à couler par la plus longue branche, elle continuera de couler avec la même viteſſe à quelque hauteur que ſoit l'eau; car elle ne ſe vuide dans cet inſtrument que par un effet de l'inégalité des forces avec leſquelles l'atmoſphere peſe ſur la ſurface du liquide & ſur l'orifice de la plus longue branche: puis donc qu'à meſure que la ſurface du liquide baiſſe, le ſyphon baiſſe auſſi, il eſt évident qu'il y aura égalité dans la viteſſe de ſon écoulement.

Pl. 2, fig. 9.

Si donc on diviſoit en parties égales la hauteur du vaſe DE, les diviſions pourroient marquer des intervalles égaux de temps. Et pour rendre cette clepſydre plus agréable, on pourroit maſquer la branche AB par une petite figure légere ſurnageant

l'eau du vaſe, & montrant ſur un petit tableau, avec une petite verge ou avec le doigt, l'heure qu'il eſt.

On pourroit, au contraire, faire tomber par un pareil ſyphon, l'eau d'un vaſe quelconque, dans un autre de forme priſmatique ou cylindrique, dont s'éléveroit une petite figure ſurnageant l'eau, & qui montreroit les heures de la maniere qu'on vient de dire.

PROBLÊME VIII.

Quelle eſt la plus grande hauteur à laquelle la tour de Babel eût pu être élevée, avant que les matériaux portés à ſon ſommet euſſent perdu toute leur peſanteur?

POUR répondre à cette plaiſanterie mathématique, qui tient autant à l'aſtronomie phyſique qu'à la mécanique, il faut ſçavoir,

1° Que les corps diminuent de peſanteur en raiſon inverſe du quarré de leur diſtance au centre de la terre. Un corps, par exemple, élevé à la diſtance d'un demi-diametre de la terre au deſſus de ſa ſurface, étant par-là à la diſtance de deux rayons, ne peſeroit que $\frac{1}{4}$ de ce qu'il peſoit à la ſurface.

2° Qu'en ſuppoſant que ce corps ſuivît, avec le reſte de la terre, le mouvement de rotation qu'elle a ſur ſon axe, cette peſanteur ſeroit encore diminuée par la force centrifuge, qui, en ſuppoſant que des cercles inégaux ſoient décrits dans le même temps, eſt comme leurs rayons. Ainſi, à une diſtance double du centre de la terre, cette force ſeroit double, & retrancheroit deux fois autant de la peſanteur qu'à la ſurface de la terre.

Or l'on eſt parvenu à découvrir que, ſous l'équateur, la force centrifuge retranche $\frac{1}{289}$ de la peſanteur naturelle des corps.

3° Ailleurs que ſous l'équateur, la force centrifuge étant moindre, & agiſſant obliquement contre la peſanteur, en retranche une portion moindre, en raiſon du quarré du ſinus de complément de la latitude au quarré du ſinus total.

Toutes ces choſes poſées, on peut trouver à quelle hauteur devroit être un corps au deſſus de la ſurface de la terre, & ſous une latitude donnée, pour que, participant à ſon mouvement diurne, il n'eût aucune peſanteur.

Or je trouve par l'analyſe, que ſous l'équateur, où la diminution de la peſanteur occaſionnée par la force centrifuge eſt préciſément $\frac{1}{289}$, à la ſurface de la terre la hauteur cherchée, à compter du centre de la terre, devroit être $\sqrt[3]{289}$, ou 6 demi-diametres de notre globe plus $\frac{65}{100}$, ou de 5 demi-diametres $\frac{65}{100}$ au deſſus de la ſurface de la terre.

Sous la latitude de 30 degrés, qui eſt à peu près celle des plaines de la Méſopotamie, où les deſcendants de Noé ſe raſſemblerent d'abord, & tenterent, ſuivant les livres ſaints, leur folle conſtruction, on trouvera que la hauteur au deſſus de la ſurface de la terre eût dû être de $6\frac{27}{100}$ rayons de la terre.

Sous la latitude de 60 degrés, cette hauteur eût du être, au deſſus de la ſurface de la terre, de de 9 demi-diametres terreſtres & $\frac{47}{100}$.

Sous le pôle enfin, cette hauteur pourroit être

infinie; car en ce lieu il n'y a point de force centrifuge, puiſque le corps qui ſeroit au pôle ne feroit que tourner ſur lui-même.

PROBLÊME IX.

Si l'on ſuppoſoit la terre percée d'un trou juſqu'à ſon centre, combien de temps un corps mettroit-il à parvenir à ce centre, en faiſant d'ailleurs abſtraction de la réſiſtance de l'air?

La circonférence de la terre ayant 9000 lieues, de 2283 toiſes chacune, ſon demi-diametre ſe trouve de 1432 lieues, ou de 19618400 toiſes. Il n'y auroit donc aucune difficulté à réſoudre ce problême, ſi l'accélération étoit uniforme; car il n'y auroit qu'à dire, ſuivant la regle de Galilée, comme 15 pieds & $\frac{1}{10}$ de Paris ſont à 19618400 pieds, ainſi le quarré d'une ſeconde, qui eſt le temps employé à parcourir 15 pieds $\frac{1}{10}$ de Paris, à un quatrieme terme, qui ſera le quarré du nombre des ſecondes employées à parcourir 19618400 pieds. Or ce quatrieme terme ſe trouvera de 1299167: donc, en tirant ſa racine quarrée, on aura le nombre cherché, ſçavoir, 1140 ſecondes ou 19 minutes. Tel ſeroit, dans cette premiere hypotheſe, le temps qui ſeroit employé par un corps grave à tomber au centre de la terre.

Mais il eſt beaucoup plus probable qu'un corps porté le long d'un rayon terreſtre, perdroit de ſa peſanteur à meſure qu'il approcheroit du centre; car à ce centre il n'en auroit aucune; & l'on démontre d'ailleurs que, la terre étant ſuppoſée uniformément denſe, & l'attraction étant en raiſon inverſe du quarré des diſtances, la peſanteur dé-

croîtroit comme la diſtance au centre. Il faut donc réſoudre le problême de cette ſeconde maniere.

On y parvient au moyen de cette propoſition, que Newton a démontrée : *Si l'on décrit un quart de cercle ayant pour rayon la diſtance au centre de la terre, l'arc qui a 15 pieds & $\frac{1}{10}$ pour ſinus verſe, eſt au quart de cercle, comme une ſeconde employée à décrire, en tombant, ces 15 pieds $\frac{1}{10}$, au temps employé à décrire tout le demi-diametre terreſtre.*

Or l'arc terreſtre qui répond à 15 pieds & $\frac{1}{10}$ de chute ou de ſinus verſe, eſt de $4' 16'' 5'''$, & cet arc eſt au quart de cercle, comme 1 à $1265\frac{6}{10}$: conſéquemment on a cette proportion à faire ; comme $4' 16'' 5'''$ ſont à 90°, ou comme 1 eſt à $1265\frac{6}{10}$, ainſi une ſeconde employée à tomber de 15 pieds $\frac{1}{10}$ de haut à la ſurface de la terre, eſt à $1265'' 36'''$, ou $21' 5'' 36'''$: ce ſera le temps employé à tomber de la ſurface de la terre au centre, dans la ſuppoſition que nous examinons, qui eſt plus conforme à la phyſique que la précédente.

PROBLÊME X.

Qu'eſt-ce qui arriveroit ſi la lune étoit tout-à-coup arrêtée dans ſon mouvement circulaire, & en combien de temps tomberoit-elle ſur la terre ?

LA lune ne ſe ſoutenant dans l'orbite qu'elle décrit autour de la terre, que par un effet de la force centrifuge qui naît de ſon mouvement circulaire, & qui contrebalance ſa peſanteur vers la terre, il eſt évident que ſi le mouvement circulaire étoit détruit, la force centrifuge ſeroit auſſi anéantie : la lune ſeroit donc alors uniquement livrée à ſon

mouvement de tendance vers la terre, & tomberoit ſur elle par un mouvement accéléré.

Mais ce mouvement ne ſeroit pas accéléré ſuivant la loi découverte par Galilée, car cette loi ſuppoſe que la force de peſanteur eſt uniforme ou toujours la même. Or ici la peſanteur de la lune vers la terre, varieroit & augmenteroit en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, à meſure qu'elle ſe rapprocheroit de ce centre ; ce qui rend le problême beaucoup plus difficile.

Newton cependant nous a enſeigné le moyen de le réſoudre ; il fait voir que ce temps eſt égal à la moitié de celui que cette même planete emploieroit à faire une révolution autour du même corps central, mais à une diſtance moindre de la moitié.

Or on ſçait que l'orbite lunaire eſt à peu de choſe près un cercle dont le rayon eſt de 60 demi-diametres terreſtres, & ſa révolution eſt de 27 jours 7 heures 43′.* : d'où l'on conclud, au moyen de la fameuſe regle de Képler, que ſi elle n'étoit éloignée de la terre que de 30 rayons terreſtres, elle emploieroit ſeulement, dans cette révolution, 9 jours 15^h 51′ ; conſéquemment ſa demi-révolution ſeroit de 4 jours 19^h 55′ $\frac{1}{2}$. C'eſt le temps que la lune emploieroit à tomber juſqu'au centre de la terre.

---

* On dit que la révolution de la lune eſt de 27 jours 7 heures, 43 minutes, & non de 29 jours 12 heures 44 min. ; car il eſt ici queſtion de la révolution depuis un point du ciel juſqu'au même point, & non de la révolution ſynodique, qui eſt plus longue, parceque, quand la lune a fait ſon tour entier, elle a encore à rejoindre le ſoleil, qui, pendant les 27 jours, s'eſt avancé en apparence de 27 dégrés ou environ.

REMARQUE.

SI on examinoit de même en combien de temps chacune des planetes circumſolaires tomberoit dans le ſoleil, on trouveroit que

Mercure y tomberoit en . .	15j	13h	7′
Vénus en	39	16	49
La Terre en	57	15	3
Mars en	121	10	9
Jupiter en	766	6	9
Saturne en	1902	23	30

PROBLÊME XI.

Quelle ſeroit la peſanteur d'un corps tranſporté à la ſurface du Soleil, ou d'une autre planete que la Terre, comparée à celle de ce corps ſur la ſurface de notre globe?

IL eſt démontré aujourd'hui, pour tous ceux qui ſont en état d'en peſer les preuves, que la peſanteur d'un corps ſur la ſurface de la terre, n'eſt autre choſe que le réſultat des tendances de ce corps vers toutes les parties de la terre, dont doit réſulter une tendance compoſée, paſſant par le centre, dans la ſuppoſition où la terre ſeroit préciſément un globe; ce que nous ſuppoſons ici, à cauſe du peu de différence qu'il y a entre ſa figure & la figure ſphérique. Il eſt pareillement démontré que, l'attraction ſe faiſant en raiſon directe des maſſes, & en raiſon inverſe du quarré des diſtances, un corpuſcule de matiere, placé ſur la ſurface d'une ſphere qui exerce ſur lui ſon attraction, tendra vers elle avec une force qui ſera la même que ſi toute ſa maſſe étoit réunie à ſon centre.

Il ſuit de-là que, ſi l'on ſuppoſe deux ſpheres inégales en diametre & en maſſe, la peſanteur du corpuſcule ſur l'une, ſera à celle du même corpuſcule ſur l'autre, en raiſon compoſée de la directe de leurs maſſes, & de l'inverſe des quarrés de leur demi-diametre.

Or, par les obſervations aſtronomiques, on démontre que le demi-diametre du ſoleil étoit égal à 111 demi-diametres terreſtres, & que ſa maſſe eſt à celle de la terre, comme 341908 à 1: donc la peſanteur d'un corps ſur la ſurface du ſoleil, eſt à celle de ce même corps ſur la ſurface de la terre, en raiſon compoſée de 341908 à 1, & de l'inverſe du quarré de 111 à celui de 1, c'eſt-à-dire de 12321 à 1.

Diviſez donc le nombre 341908 par 12321, vous aurez 27 & environ $\frac{3}{4}$: ainſi un corps d'une livre, tranſporté à la ſurface du ſoleil, en péſeroit 27 $\frac{3}{4}$.

Faiſons ſentir ceci par un raiſonnement encore plus ſimple. Si toute la maſſe du ſoleil, qui eſt 341908 fois auſſi grande que la terre, étoit ramaſſée dans un globe égal à la terre, le corps dont nous parlons, au lieu de peſer une livre, en peſeroit 341908. Mais comme la ſurface du ſoleil eſt 111 fois autant éloignée de ſon centre que celle de la terre l'eſt du ſien, il s'en enſuit qu'il faut diminuer le poids ci-deſſus en raiſon de 12321, ou du quarré de 111 au quarré de l'unité, c'eſt-à-dire qu'il ne faut prendre que la 12321e partie du poids trouvé ci-deſſus; ce qui donne celui que nous avons trouvé plus haut.

Par un raiſonnement ſemblable, on trouveroit qu'un corps d'une livre, porté à la ſurface de Jupiter, en peſeroit 3 $\frac{1}{10}$; & à celle de Saturne,

$1\frac{7}{9}$; ſur celle de la lune, 3 onces ſeulement.

On ne peut ſçavoir quelles ſont les maſſes de Mercure, de Vénus & de Mars, parceque aucun corps ne circule autour d'eux ; ce qui ne permet pas de réſoudre ce problême à leur égard.

PROBLÊME XII.

Conſtruire une fontaine qui jailliſſe par la compreſſion de l'air.

SOIT un vaſe dont la ſection eſt repréſentée par la *fig.* 10, c'eſt-à-dire compoſé d'un piédeſtal cylindrique ou parallélépipede, couronné d'une eſpece de coupe FADE. Ce piédeſtal eſt partagé en deux cavités par un diaphragme NO. La cavité ſupérieure doit être un peu moindre que l'inférieure.

Pl. 2, fig. 10.

Du fond de la coupe part un tuyau GH, à travers ce diaphragme, qui va juſques près du fond CB. Au contraire, le tuyau LM doit avoir ſon orifice ſupérieur L près du fond de la coupe, & l'inférieur M fort peu au deſſous du diaphragme NO. IK repréſente enfin un tuyau très-menu par ſon bout ſupérieur, & dont l'orifice inférieur va preſque juſqu'au diaphragme.

Le vaſe étant ainſi conſtruit, on remplira par un trou latéral la cavité ſupérieure juſques près de l'orifice L du tuyau LM ; après quoi l'on bouchera ſoigneuſement ce trou ; on verſera enſuite de l'eau dans la coupe : cette eau, coulant dans la cavité NB, en comprimera l'air, & le forcera à paſſer en partie par ML, au deſſus de l'eau de la cavité ſupérieure ; il s'y condenſera de plus en plus, & forcera l'eau à jaillir par l'orifice I, ſur-tout ſi on la retient pendant quelque temps, ſoit en tenant

le doigt sur l'ouverture I, soit au moyen d'un petit robinet qu'on n'ouvrira qu'à propos.

REMARQUES.

I. Cette petite fontaine peut être variée de bien des façons. Par exemple, si le poids de l'eau coulant par GH dans la cavité inférieure NB, n'étoit pas suffisant pour donner assez de jet à l'eau sortant par I, on pourroit y insinuer de l'eau avec une seringue, ou bien de l'air avec un soufflet adapté à l'orifice G, & garni à son tuyau de sortie d'un robinet.

On pourroit y couler du vif-argent, qui, par son poids, y pénétreroit malgré la résistance de l'air, & le forceroit d'agir avec force contre le fluide renfermé dans la cavité supérieure.

II. On peut exécuter cette petite fontaine d'une maniere bien plus simple; car ayez une bouteille telle que AB, par le goulot & le bouchon de laquelle vous introduirez dans sa cavité un tuyau CD, dont l'orifice inférieur D soit plongé jusques bien près du fond, & l'orifice supérieur terminé par une ouverture assez étroite. La communication entre l'air extérieur & l'intérieur de la bouteille, doit être bien interceptée en A. Supposons maintenant cette bouteille remplie aux trois quarts d'eau; soufflez par l'orifice C dans le tube avec toutes vos forces: vous y condenserez l'air dans l'espace AEF, au point que, pressant sur la surface EF, l'eau sortira avec impétuosité par le petit orifice C, & s'élévera assez haut. Lorsque le jeu de la machine aura cessé, il suffira, s'il reste de l'eau, d'y souffler encore de l'air, & son jeu recommencera tant qu'il y aura de l'eau. Pl. 2, fig. 11.

PROBLÊME XIII.

Conſtruction d'un vaſe qui donne autant de vin qu'on y verſe d'eau.

LA ſolution de ce problême eſt une ſuite, ou, pour mieux dire, une ſimple variation de celle du précédent. Qu'on ſuppoſe en effet le petit tuyau IK ſupprimé, qu'on rempliſſe la cavité AO de vin, & qu'on adapte vers le fond NO un petit robinet R un peu étroit; il eſt évident que, quand on verſera de l'eau dans le vaſe ſupérieur FADE, l'air forcé de paſſer dans la cavité ſupérieure, preſſera la ſurface du vin, & l'obligera de couler par le robinet, juſqu'à ce qu'il ſoit en équilibre avec le poids de l'atmoſphere : alors, qu'on verſe de nouvelle eau dans la coupe FD, il ſortira à peu près autant de vin par le robinet ; enſorte qu'il ſemblera que l'eau eſt changée en vin.

Pl. 1, fig. 10. Fig. 10.

C'eſt pourquoi, s'il étoit permis de faire alluſion à un trait célebre de l'hiſtoire ſainte, on pourroit, en donnant à ce vaſe la forme d'une cruche, le nommer *la cruche de Cana.*

PROBLÊME XIV.

Conſtruction d'une machine hydraulique, où un oiſeau boit autant d'eau qu'il en jaillit par un ajutage.

SOIT le vaiſſeau dont la coupe eſt repréſentée par la *fig.* 12, qui eſt diviſé en deux par le diaphragme horizontal EF, & dont la cavité ſupérieure eſt auſſi partagée en deux par une cloiſon verticale GH. Le tuyau LM, prenant du fond du premier diaphragme, & deſcendant preſque juſqu'au

Fig. 12.

qu'au fond DC, forme la communication de la cavité ſupérieure HF, avec l'inférieure EC. Un tuyau IK, montant du fond EG preſque juſqu'au fond AB, forme une autre communication entre la cavité inférieure EC & la ſupérieure AG. Le tuyau NO, terminé à ſon ſommet par une ouverture très-petite, deſcend fort près du diaphragme inférieur EG, & paſſe par le centre d'une coupe RS, deſtinée à recevoir l'eau ſortant de ce tuyau. Enfin, au bord de cette coupe eſt un oiſeau y plongeant ſon bec, où eſt l'ouverture d'un ſyphon recourbé QP, dont l'orifice P eſt beaucoup inférieur à l'orifice Q. Telle eſt la conſtruction de la machine; en voici l'uſage & l'effet.

On remplira d'eau les deux cavités ſupérieures, par deux trous ménagés exprès ſur les côtés du vaſe, & qu'on fermera enſuite. Il eſt aiſé de voir que l'eau ne doit pas excéder, dans la cavité AG, la hauteur de l'orifice K du tuyau KI. Cela fait, en ouvrant le robinet adapté au tuyau LM, l'eau de la cavité ſupérieure HF s'écoule dans la cavité inférieure, elle y comprime l'air qui paſſe par le tuyau KI dans la cavité AG, & y comprimant celui qui eſt au deſſus de l'eau, la force de jaillir par le tuyau NO; d'où elle retombe dans la coupe.

Mais en même temps que l'eau s'écoule de la cavité BG dans l'inférieure, l'air ſe raréfie dans la partie ſupérieure de cette cavité: ainſi le poids de l'atmoſphere agiſſant ſur l'eau déja verſée dans la coupe par l'orifice O du tuyau montant NO; l'eau s'écoulera par le tuyau recourbé QSP dans cette même cavité BG; & ce mouvement, une fois établi, continuera tant qu'il y aura de l'eau dans la cavité AG.

PROBLÊME XV.

Faire une fontaine qui jailliſſe par la raréfaction de l'air dilaté par la chaleur.

FAITES un vaſe cylindrique ou priſmatique, dont la coupe eſt repréſentée par la *fig.* 12. Il faudra qu'il ſoit porté ſur trois ou quatre pieds un peu élevés, pour pouvoir placer au deſſous un réchaud plein de feu. La cavité de ce vaſe doit être diviſée en deux par un diaphragme EF, lequel ſera percé d'un trou rond, d'un pouce environ de diametre. Ce trou ſervira de baſe à un tube cylindrique GH, qui s'élévera preſque juſqu'au fond ſupérieur, qui ſera ſurmonté d'une cavité en forme de coupe ou coquille, pour recevoir l'eau que fournira le jet d'eau. Enfin le centre de cette coupe ou du fond ſupérieur, donnera paſſage à un tuyau ſoudé IK, qui deſcendra preſque juſqu'au diaphragme EF : il pourra s'évaſer un peu par en bas ; mais ſon bout ſupérieur doit être un peu étroit, pour que l'eau jailliſſe plus haut. Il ſera à propos de garnir la partie apparente du tuyau IK d'un petit robinet, au moyen duquel on puiſſe retenir l'eau juſqu'à ce que l'air, aſſez raréfié dans la machine, puiſſe produire le jet.

Pl. 2, fig. 12.

La machine étant ainſi conſtruite, vous remplirez d'eau le réſervoir ſupérieur, preſque juſqu'à la hauteur de l'orifice H du tuyau GH ; enſuite vous mettrez ſous le fond inférieur du vaſe un réchaud plein de charbons ardents, ou une lampe à pluſieurs meches : l'air contenu dans la chambre inférieure ſera auſſi-tôt raréfié, & paſſera par le tuyau GH au deſſus de l'eau contenue dans la cavité ſupérieure, & la forcera d'entrer par l'orifice I

du tuyau IK, & de jaillir par l'autre ouverture K.

Pour rendre l'effet plus ſenſible & plus sûr, il ne ſera pas mal de mettre une petite quantité d'eau dans la cavité inférieure; car, lorſque cette eau bouillira, la vapeur élaſtique qu'elle produira, paſſant dans la capacité du réſervoir ſupérieur, la preſſera avec beaucoup plus de force, & fera jaillir l'eau plus haut.

Il faut cependant prendre garde de ne pas échauffer trop fortement cette machine, ſi l'on y emploie la vapeur de l'eau bouillante; car elle pourroit éclater en morceaux, par un effet de la violence de l'eau réduite en vapeurs.

PROBLÊME XVI.

Meſurer le degré de chaleur de l'air & des autres fluides. Hiſtoire & conſtruction du Thermometre.

L'UNE des inventions les plus ingénieuſes qui caractériſent la renaiſſance de la ſaine philoſophie dans les premieres années du ſiecle dernier, eſt celle de l'inſtrument que nous appelons le *thermometre*, parce qu'il ſert à meſurer la chaleur des corps, & principalement celle de l'air & des fluides dans leſquels on peut le plonger. Cette invention eſt communément attribuée à l'académie *del Cimento*, qui floriſſoit à Florence, ſous la protection des grands-ducs de la Maiſon de Médicis, & qui fut la premiere de l'Europe qui s'adonna à la phyſique expérimentale. On prétend auſſi que Corneille Drebbel, d'Alcmaër dans la Nort-Hollande, qui vivoit à la cour de Jacques I, roi d'Angleterre, a part à cette invention. Ce n'eſt

pas ici le lieu de discuter ce point d'histoire de la physique *.

L'invention du thermometre est fondée sur la propriété qu'ont les corps, & sur-tout les fluides, de se dilater par la chaleur qui les pénetre. L'esprit de vin possédant éminemment cette propriété, fut aussi le liquide qu'on employa de préférence. On prit un tube de verre fort étroit, terminé par une boule d'un pouce environ de diametre, que l'on remplit de cette liqueur, après l'avoir colorée en rouge au moyen d'une teinture de tournesol ou d'orseille, afin qu'elle fût plus visible. Il est aisé de sentir que la capacité de la boule étant considérable eu égard à celle du tube, pour peu que la liqueur se dilatât, elle étoit forcée de passer en partie dans le tube : ainsi la liqueur y devoit monter. Elle descendoit au contraire nécessairement, lorsqu'elle étoit condensée par le froid. On avoit seulement l'attention de faire ensorte que, dans le plus grand froid, la liqueur ne rentrât pas entiérement dans la boule, & que, dans la plus grande chaleur qu'on vouloit mesurer, elle n'en

* *Note du Censeur.* Le premier thermometre décrit & publié par la voie de l'impression, l'a été par Salomon de Caux, ingénieur François, dans son livre des *Forces mouvantes*, imprimé en 1624, in-folio, mais, à ce qu'il paroît, antérieur pour la composition, car l'Epître dédicatoire à Louis XIII est de 1615, & le privilege accordé par ce monarque est de 1614. Ce thermometre est un thermometre d'air, qui agit, par la dilatation de ce fluide renfermé dans une caisse, contre l'eau qu'il force de s'élever dans un tube. Drebbel, dont on sçait seulement que le thermometre étoit aussi un thermometre à air, a-t-il précédé Salomon de Caux, ou celui-ci a-t-il précédé le physicien Nort-Hollandois ? C'est ce qu'il paroît difficile de déterminer.

ſortît pas. Vers le bas étoit inſcrites, par eſtime, quelques indications, comme *froid*, & plus bas *grand froid;* vers le milieu, *tempéré;* & dans le haut *chaleur*, *grande chaleur.*

Telle eſt la conſtruction du thermometre appelé de *Florence*, dont on a fait uſage pendant près d'un ſiecle; & tels ſont ceux que débitent encore ſouvent dans les provinces des charlatans ambulants, & qu'achetent avec confiance des gens peu inſtruits.

Ce thermometre, en effet, quoique l'on ait retenu ſa forme & la plus grande partie de ſa conſtruction, a le défaut de n'indiquer que d'une maniere fort vague & incertaine les variations de la chaleur. On peut bien ſçavoir, par ſon moyen, qu'un jour il a fait plus froid ou plus chaud qu'un autre, mais on ne peut comparer ce chaud ou ce froid à aucun autre, ni à celui d'un autre lieu: d'ailleurs les mots de *froid* & de *chaud* n'indiquent que des relations. Un habitant de Mercure trouveroit probablement très-frais, & peut-être froid, un de nos étés les plus chauds; tandis que celui de Saturne, tranſporté ſur la terre dans un hiver de notre zone glaciale, le trouveroit peut-être d'une chaleur intolérable. Nous éprouvons nous-mêmes, à la fin d'un beau jour d'été, un ſentiment de froid, lorſque nous ſommes tranſportés dans un air beaucoup moins chaud; & au contraire.

On a cherché, par cette raiſon, à faire des thermometres où les degrés de chaud & de froid fuſſent comparables à un degré de chaleur ou de froid invariable dans la nature; enſorte que tous les thermometres conſtruits ſuivant ce principe, quoique par des mains différentes & en différents

lieux ou temps, s'accordaſſent cependant entre eux, & marquaſſent le même degré, étant expoſés à la même température. C'étoit le ſeul moyen de faire des expériences de quelque utilité ſur cette matiere.

On y eſt enfin parvenu, au moyen des deux principes ſuivants, que l'expérience a fait découvrir.

Le premier eſt, que le degré de température de la glace pilée & commençant à fondre, ou, ſi l'on veut, de l'eau commune commençant à ſe glacer, eſt conſtamment le même en tout lieu & en tous les temps.

Le ſecond eſt, que le degré de température de l'eau bouillante eſt auſſi toujours conſtante. Nous entendons parler de l'eau douce, & nous ſuppoſons d'ailleurs que la hauteur du thermometre ne varie point; car on ſçait auſſi que, lorſque l'eau eſt chargée d'un plus grand poids, elle a beſoin d'un degré de chaleur un peu plus grand que lorſqu'elle eſt moins chargée. C'eſt ce qu'on éprouve dans la machine pneumatique, où, une partie de l'air étant vuidé, l'eau bout à un moindre degré de chaleur qu'expoſée à l'air libre. D'où ſuit cette eſpece de paradoxe, qu'au ſommet d'une montagne l'eau n'a pas beſoin d'autant de chaleur pour bouillir qu'au pied. Mais quand la peſanteur de l'air eſt la même, & que l'eau ne tient ſenſiblement aucun ſel en ſolution, elle commence à bouillir au même degré de chaleur; &, une fois parvenue à cet état, elle n'en contracte pas un plus grand, quelque fort que paroiſſe le bouillonnement.

Ces deux degrés conſtants de froid & de chaud, ſi aiſés à ſe procurer, ont paru par cette raiſon aux phyſiciens, tout-à-fait propres à ſervir à la

conſtruction de leurs thermometres. Voici la maniere la plus ſimple d'y procéder.

Ayez un tube, dont un des bouts ſoit renflé en boule d'un pouce environ de diametre : une moindre dimenſion ſuffira, ſi le tuyau étoit abſolument capillaire. Rempliſſez-le de vif-argent, juſqu'à quelques pouces au deſſus de la boule. Nous enſeignerons plus bas comment cela ſe peut faire. Prenez enſuite de la glace pilée, que vous mettrez dans un vaſe, & vous y plongerez la boule de votre thermometre. Lorſque le mercure aura ceſſé de deſcendre, faites une marque au tube pour reconnoître ce point ; après cela faites bouillir de l'eau douce, plongez-y votre thermometre, & remarquez le point où il ceſſera de monter : ce ſera celui de l'eau bouillante. Il ne reſte plus qu'à diviſer cet intervalle en un nombre de parties égales, tel qu'on voudra : celui de 100 me paroît le plus convenable. Pour cet effet, on applique ce tube à une petite planchette, l'on colle un papier derriere le tube, & l'on diviſe l'intervalle entre les deux marques, dans le nombre de parties qu'on a choiſi ; on en porte quelques-unes au deſſous du point de la glace, auquel on inſcrit 0 ; voilà un thermometre conſtruit.

Il eſt ſeulement néceſſaire de s'aſſurer avec ſoin ſi le diametre du tube eſt le même dans toute ſa longueur ; car il eſt aiſé de voir qu'un tube inégal dans ſon calibre, cauſeroit au mercure des mouvements irréguliers. Pour cet effet, on introduit une petite goutte de mercure dans le tube, & on le lui fait parcourir. Si elle y occupe partout la même longueur, il eſt évident que le tube n'a aucun endroit plus large ou plus rétréci qu'un autre : ſi la goutte éprouve des allongements ou

raccourciſſements, on doit y avoir égard, ou rejeter le tube.

Pluſieurs phyſiciens modernes ſont entrés, pour la conſtruction de leurs thermometres, dans de grands détails ſur l'augmentation de volume qu'acquierent le mercure & l'eſprit de vin, lorſque du degré de glace ils paſſent à celui de l'eau bouillante. Mais il me paroît que, ces deux termes étant reconnus comme invariables, ils pouvoient s'épargner ces conſidérations, qui ne font que rendre leurs procédés fort embarraſſants.

Il nous reſte à dire comment on remplit le tube & la bouteille de la liqueur deſtinée à former le thermometre, & que nous ſuppoſerons ici du mercure, par les raiſons qu'on verra plus bas; car il y a des difficultés à exécuter cette opération, ſur-tout quand le tube eſt capillaire. Voici la maniere de le faire.

Une premiere attention à avoir, eſt de bien nettoyer l'intérieur du tube; ce qui ſe peut faire, s'il n'eſt pas capillaire, au moyen d'un petit tampon bien ſec, emmanché à un fil de métal, & qu'on promene dans l'intérieur. Si le tube eſt capillaire, il faut échauffer d'abord le tube, & enſuite la boule. L'air ſortant de cette derniere, chaſſera les petites immondices qui y peuvent être attachées.

Il faut auſſi que le mercure ſoit bien pur ou revivifié du cinabre, & qu'il ait bouilli, pour en chaſſer l'air qui peut y être diſſéminé.

Après cela, on attache au ſommet du tube un petit entonnoir de papier; on approche d'abord, & peu-à-peu, le tube d'un braſier ardent, de maniere à l'échauffer par degrés, & enſuite on échauffe la boule de la même maniere, enſorte que le tout

ſoit aſſez chaud pour ne pouvoir être tenu ſans un gand épais. Quand le thermometre eſt à ce degré de chaleur, on le releve, & on remplit de mercure échauffé le petit entonnoir ci-deſſus. A meſure que le verre ſe refroidit, l'air s'y raréfie, & donne entrée au mercure dans la boule, juſqu'à ce qu'il ſoit en équilibre avec lui. On réitere cette opération pour faire entrer de nouveau mercure, juſqu'à ce que la boule & le tube ſoient pleins. Alors on gradue le thermometre, en en chaſſant, par le moyen de la chaleur, tout ce qui excede ce qui doit y reſter pour atteindre, étant plongé dans l'eau bouillante, le point qu'on a fixé vers le haut du thermometre. Ayant fixé ce point de l'eau bouillante, & l'ayant marqué ou par un fil ou par un trait de lime, on laiſſe refroidir le thermometre, & on le plonge dans la glace fondante; ce qui donne le point de la glace.

Il eſt aiſé de ſentir que ſi, dans cette opération, tout le mercure rentroit dans la boule, il faudroit y faire entrer un peu de mercure, pour porter plus haut le point de l'eau bouillante.

Cela fait, on allongera un peu à la lampe d'émailleur le bout ſupérieur du tube, & on échauffera le mercure au point de monter tout près de ſon ſommet; enfin on le clorra hermétiquement à la lampe, & par ce moyen il ne reſtera dans le haut du tube qu'une quantité d'air imperceptible, ou abſolument nulle.

On attachera enſuite ce tube à la planchette qui doit le porter, ainſi que les diviſions. Cette planchette doit être de quelque matiere qui éprouve très-peu d'allongement dans ſa longueur par la chaleur. Le ſapin à cette propriété, & l'avantage de la légéreté; il faut que la boule ſoit iſolée du

bois, afin que l'air puiſſe mieux circuler, & qu'elle ne ſoit pas affectée par la chaleur que le bois peut contracter lui-même.

Une queſtion ſe préſente ici. Quelle eſt la liqueur la meilleure & la plus convenable pour former un thermometre bon & durable? eſt-ce l'eſprit-de-vin, eſt-ce le mercure?

Nous croyons qu'il n'y a plus, à cet égard, de difficulté ni même de diviſion parmi les phyſiciens. C'eſt le mercure qui eſt la liqueur la plus convenable pour les thermometres. Ses avantages ſur l'eſprit-de-vin ne paroîtront point équivoques à qui conſidérera,

1° Que tous les eſprits-de-vin, à moins qu'ils ne ſoient bien déphlegmés, ne ſont pas tous ſemblables. Et qui peut aſſurer que, dans ces différents états, leur marche ſoit la même, ou qu'ils n'aient pas des meſures différentes de dilatation à un même degré de chaleur? C'eſt même un point que l'experience a depuis vérifié. Dès-lors, plus de comparaiſon certaine entre les divers thermometres à eſprit-de-vin.

2° Si l'eſprit-de-vin eſt très-déphlegmé, alors, étant devenu une liqueur très-ſpiritueuſe & très-volatile, n'y a-t-il pas à craindre que peu à peu il ne diminue de volume? Il eſt vrai que pour y obvier, on bouche hermétiquement le tube par en haut: mais cette précaution n'empêchera pas la partie la plus volatile de s'exhaler dans la capacité ſupérieure du tube; & dès-lors l'eſprit-de-vin, devenu moins dilatable à cauſe du phlegme reſtant, reſtera au deſſous du degré où il devroit être; c'eſt même là ce qui arrivera à tout état de l'eſprit-de-vin, ſoit qu'on l'emploie pur ou preſque pur, ſoit qu'on l'emploie avec l'eau, comme

cela ſe pratique ordinairement pour modérer ſa dilatabilité.

3° L'eſprit-de-vin bout à un degré de chaleur moindre que celui de l'eau bouillante, par conſéquent il n'eſt plus propre à examiner des degrés de chaleur plus grands que celui-là; car, paſſé l'ébullition, la marche de la dilatation d'une liqueur ne ſuit plus les mêmes loix, puiſque, paſſé ce terme, elle ſe volatiliſe, ou ſe réduit tout-à-coup en vapeurs d'un volume de pluſieurs milliers de fois plus grand.

D'un autre côté, l'eſprit-de-vin allié d'eau eſt ſuſceptible de ſe geler à un degré de froid qui n'eſt pas beaucoup au deſſous de celui de la congelation de l'eau: ainſi il ſera peu propre à meſurer des degrés de froid fort au deſſous de ce dernier terme.

Le mercure n'a aucun de ces défauts. Tout mercure, autant que les chimiſtes ont pu l'éprouver, eſt homogene, lorſqu'il eſt pur, avec tout autre mercure: il ne bout qu'à un degré de chaleur fix à ſept fois plus loin du terme o, que celui auquel l'eau elle-même devient bouillante: il ne ſe congele qu'à un degré exceſſivement plus bas que celui de la congelation de l'eau *.

Un autre avantage qu'il a, ſoit dans les thermometres, ſoit dans les barometres, c'eſt que, tandis qu'il eſt dans l'action de monter, la ſurface de la petite colonne de mercure prend une figure convexe, & quand il deſcend, une figure concave: ainſi, tant qu'on voit cette figure convexe, on peut dire qu'il eſt dans l'action de monter, &

* On parlera plus loin de cette expérience extraordinaire.

quand elle diſparoît & devient concave, c'eſt un ſigne qu'il deſcend déja inſenſiblement; ce qui eſt aſſez commode pour le pronoſtic de la chaleur, & pour reconnoître ſi elle augmente encore, ſi elle eſt ſtationnaire, ou ſi elle commence à diminuer.

PROBLÊME XVII.

Deſcription des Thermometres les plus célebres & les plus uſités : Réduction des uns aux autres.

ON fait uſage en Europe de pluſieurs thermometres qui, quoique conſtruits ſur les mêmes principes, different néanmoins dans leur diviſion ou échelle; car cette diviſion ou échelle eſt abſolument arbitraire. Il eſt par conſéquent néceſſaire d'en donner une idée, pour les réduire l'un à l'autre.

Ces thermometres ſont celui de Fareinheit, artiſte Anglois, celui de M. de Réaumur, celui de M. Celſius, & celui de M. Deliſle.

Le premier de ces thermometres eſt fait avec le mercure, & a une gradation qui au premier abord paroît fort bizarre. Au froid de la glace répond le 32e degré; & depuis ce terme juſqu'à celui de l'eau bouillante on compte 180 degrés, enſorte que la chaleur de l'eau bouillante répond au 212e degré. La raiſon de cette diviſion eſt, que Fareinheit prit pour le degré 0 de ſon thermometre, le plus grand froid qu'il put exciter avec un mélange de neige & d'eſprit de nitre; il plongea enſuite ſon inſtrument dans la glace fondante, & enfin dans l'eau bouillante, & il diviſa en 180 parties l'intervalle entre ces deux derniers points; ce qui lui en donna 32 entre le froid artificiel ci-

deſſus, & celui de la glace ordinaire. L'expérience a appris depuis, qu'on peut produire un froid artificiel bien plus conſidérable que celui qu'avoit produit Fareinheit.

Ce thermometre eſt celui dont les Anglois font le plus communément uſage ; en quoi ils me paroiſſent ſacrifier un peu à cet attachement national qui leur fait rejeter les inventions étrangeres, quoique meilleures. Ce que je dis, au reſte, ne tombe que ſur la diviſion bizarre du thermometre de Fareinheit ; car il nous paroît être le premier qui ait employé le mercure, & en cela on ne peut trop applaudir à ſon idée. On pourroit donner toujours ſon nom à ſon thermometre, en rectifiant ſon échelle, c'eſt-à-dire en portant le le degré 0 à ſon 32e : alors il y en auroit 180 entre la glace & l'eau bouillante, & le degré actuellement marqué 0 dans ce thermometre, ſeroit le —32e, en déſignant par le ſigne négatif — les degrés au deſſous de la glace.

Le thermometre de Réaumur eſt fait ordinairement avec l'eſprit-de-vin ; & ſa graduation eſt telle, que le degré de la glace fondante étant marqué 0, celui qui répond à l'eau bouillante eſt 80 : ainſi il y a 80 degrés entre ces deux termes. Au deſſous de 0 on compte encore 1, 2, 3, 4, en ajoutant ces mots, *au deſſous de la glace*, ou, pour abréger, en joignant au degré le ſigne —. C'eſt ainſi que nous en avons uſé dans les tables ſuivantes.

Nous avons déja fait nos obſervations ſur l'eſprit-de-vin, employé de préférence par M. de Réaumur ; il eſt ſuperflu de les répéter ici.

Le thermometre de M. Deliſle eſt fort uſité dans le nord, & par cette raiſon il eſt à propos

d'en faire connoître la diviſion. M. Deliſle, par des raiſons aſſez arbitraires, a fait partir ſa diviſion du degré de l'eau bouillante en deſcendant, & elle eſt telle, qu'entre ce point & celui où l'eau ſe congele, il y a 150 degrés: ainſi 150 degrés de ſon thermometre répondent, pour l'étendue, à 80 de celui de Réaumur, ou 180 de celui de Fareinheit.

Enfin MM. Celſius d'Upſal, & Chriſtin de Lyon, reconnoiſſant les défauts de l'eſprit-de-vin, & trouvant auſſi des inconvénients dans la diviſion en 80 degrés, ont cherché à y remédier, en faiſant leur thermometre avec du mercure, & en comptant 100 degrés depuis le terme de la glace juſqu'à celui de l'eau bouillante. Ce thermometre ne differe au fond de celui de M. de Réaumur, qu'en ce qu'ils y ont employé le mercure au lieu de l'eſprit-de-vin, & qu'ils mettent 100 diviſions dans le même eſpace où M. de Réaumur n'en a mis que 80: ainſi un degré du thermometre de M. Celſius, équivaut aux $\frac{4}{5}$ d'un degré de celui de M. de Réaumur; & par conſéquent la réduction de l'un à l'autre eſt facile, & il ſeroit ſuperflu de l'enſeigner ici. Nous nous bornons à montrer comment les diviſions de Fareinheit & de M. Deliſle ſe réduiſent à celle de M. de Réaumur, attendu qu'il y a un peu plus de difficulté.

Si donc le degré de Fareinheit eſt au deſſus du 32e, il faut en retrancher 32, multiplier le reſte par 4, & diviſer le produit par 9: le quotient ſera le degré correſpondant de la diviſion de Réaumur. Que le degré propoſé de Fareinheit ſoit, par exemple, le 149e: de ce nombre ôtant 32, le reſte eſt 117, qu'on multipliera par 4; le produit ſera 468, qui étant diviſé par 9, donnera pour

quotient 52 : c'eſt le degré correſpondant du thermometre de Réaumur.

Si le degré de Fareinheit eſt entre 1 & 32, il faut l'ôter de 32 : le reſtant étant multiplié par 4, & le produit étant diviſé par 9, on a au quotient le degré correſpondant du thermometre de Réaumur. Ainſi le 12e degré du thermometre de Farenheit, répond au 8$^{e}\frac{8}{9}$ de Réaumur au deſſous de la glace.

Enfin, lorſque le degré propoſé eſt au-deſſous de 0, il faut l'ajouter à 32, & opérer ſur le reſtant comme on a dit plus haut : on aura au quotient de la diviſion le degré correſpondant de M. de Réaumur. On trouve ainſi que le 45e degré du thermometre de Fareinheit au deſſous de 0, répond au 34$^{e}\frac{2}{9}$ au deſſus de 0 dans le thermometre du phyſicien François.

Que ſi, au lieu de multiplier par 4 & diviſer par 9, on eût multiplié par 5 & également diviſé par 9 ; on auroit eu le degré du thermometre de MM. Celſius & Chriſtin.

Quant à la maniere de réduire la graduation de M. de Réaumur, ou celle de M. Celſius à celle de Fareinheit, il eſt aiſé de voir qu'il faut faire une opération inverſe de la précédente. Cela eſt trop facile pour s'y arrêter.

A l'égard du thermometre de Deliſle, il eſt aiſé de voir, par ſa conſtruction, que le 150e degré de celui-ci répond au degré 0 de celui de Réaumur. Si donc le degré montré dans le premier eſt moindre que 150, il faut commencer par l'ôter de 150, & le reſtant, multiplié par 8 & diviſé par 15, ſera celui du thermometre de Réaumur au deſſus de la glace.

Que l'on ait, par exemple, le degré 120 du

thermometre de Deliſle : ôtez ce nombre de 150, il vous reſtera 30; puis faites, comme 150 à 80, ou comme 15 à 8, ainſi 30 à un quatrieme terme, qui ſera 16 : ce ſera le degré du thermometre de Réaumur au deſſus de la glace, ou de 0.

Si le degré du thermometre de Deliſle excédoit 150, qu'il fût, par exemple, 190 ; ôtez-en 150, le reſte ſera 40; puis faites cette proportion, comme 15 à 8, ainſi 40 à $21\frac{1}{3}$: ce ſera le degré du thermometre de Réaumur au deſſous de 0, qui répond au 190e degré du thermometre de Deliſle.

Il doit être facile au lecteur intelligent de faire la réduction contraire, ainſi nous nous bornerons aux exemples ci-deſſus.

Il ſeroit ſans doute fort à ſouhaiter que tous les phyſiciens convinſſent aujourd'hui de ne faire uſage que d'un thermometre uniforme, ſoit par la matiere qui y ſeroit employée, & qui devroit être le mercure, ſoit par la diviſion de l'échelle. A ce dernier égard, il n'y a non plus nul doute qu'on ne dût donner la préférence à la diviſion de 100 entre la glace & l'eau bouillante, les diviſions décimales ayant beaucoup d'avantages, pour la facilité du calcul, ſur toute autre diviſion.

PROBLÊME XVIII.

Conſtruction d'un autre Thermometre meſurant la chaleur par la dilatation d'une barre de métal.

LA propriété qu'ont tous les métaux de ſe dilater par la chaleur, ſert de principe à la conſtruction d'un autre thermometre extrêmement utile, en ce que l'on peut, par ſon moyen, meſurer des degrés de chaleur beaucoup plus grands qu'avec les thermometres

mometres ordinaires ; car le thermometre à eſprit-de-vin ne peut ſervir à meſurer de chaleur plus grande que celle que peut prendre l'eſprit-de-vin bouillant. Avec celui de mercure, on ne peut meſurer une chaleur plus grande que celle du mercure parvenu à l'ébullition. C'eſt peut-être pour cette raiſon que Newton employoit dans le ſien l'huile de lin ; car il eſt reconnu que les huiles graſſes ne parviennent à l'ébullition que par une chaleur beaucoup plus grande que celle de pluſieurs métaux ou demi-métaux fondants, comme le plomb, l'étain, le biſmuth, &c.

M. Muſchenbroeck eſt l'auteur de cette nouvelle eſpece de thermometre, autrement appelé *Pyrometre*. Nous nous bornons à indiquer ſa conſtruction.

Qu'on ſe repréſente une petite verge de métal de 12 ou 15 pouces de longueur, arrêtée fixément par une de ſes extrémités ; il eſt évident que ſi la chaleur la dilate, elle ſera allongée, & ſon autre extrémité pouſſée en avant. Si donc cette extrémité tient au bout d'un levier, dont l'autre extrémité s'engraine avec le pignon d'une roue dentée ; que cette roue faſſe pareillement mouvoir le pignon d'une ſeconde, celle-ci celui d'une troiſieme, &c : il eſt aiſé de ſentir, qu'en multipliant ainſi les roues & les pignons, on parviendra à donner à la derniere un mouvement très-ſenſible, enſorte que l'extrémité mobile de la petite barre ne ſçauroit parcourir un centieme, un millieme de ligne, ſans qu'un point de la circonférence de la derniere roue parcoure pluſieurs pouces. Cette circonférence s'engrainant donc avec un pignon portant une aiguille, cette aiguille elle-même pourra faire pluſieurs révolutions, quand la barre

ne ſe ſera étendue que d'une quantité tout-à-fait inſenſible ; ou au contraire. On pourra enfin meſurer ſur un cadran diviſé en parties égales, les portions de cette révolution, &, par le moyen du rapport des roues avec les pignons, déterminer la quantité abſolue dont un certain degré de chaleur aura fait allonger la petite barre ; ou bien, par l'allongement de cette barre, juger du degré de chaleur qui lui a été appliqué.

Telle eſt la conſtruction du pyrometre de M. Muſchenbroeck. Il eſt néceſſaire d'ajouter qu'il y a une cuvette adaptée à la machine, afin de recevoir les matieres liquides ou fondues qu'on veut ſoumettre à l'expérience, & dans laquelle ſe trouve alors plongée la barre d'épreuve.

Lors donc qu'on voudra meſurer, au moyen de cet inſtrument, un degré de chaleur conſidérable, comme celui de l'huile bouillante ou d'un métal fondu, on remplira de cette matiere la cuvette deſtinée à la recevoir, & on l'y tiendra dans l'état où on veut faire l'expérience. La dilatation de la barre de fer plongée dans la matiere, indiquera, par les tours de l'index, le degré de chaleur qu'elle a pris, & qui doit néceſſairement être égal à celui de la matiere dans laquelle elle eſt plongée.

Cette même machine ſert à déterminer les rapports de la dilatation des métaux ; car, en ſubſtituant à la barre d'épreuve des barres de différents métaux & exactement de même longueur, en les échauffant enſuite également, & à des degrés déterminés, on voit, par le chemin de l'aiguille qui ſert d'index, les rapports de leur allongement. On peut auſſi les échauffer par une ou pluſieurs meches à l'eſprit-de-vin. On donnera plus loin la table de ces rapports.

I. *TABLE des différents degrés de chaleur auxquels différentes matieres commencent à ſe fondre, ou à ſe geler, ou à entrer en ébullition, réduits aux thermometres de Fareniheit, Réaumur, & Celſius.*

NOMS DES MATIERES.	DEGRÉS de FARENH.	DEGRÉS de RÉAUM.	DEGRÉS de CELSIUS
Mercure ſe congelant,	— 350 $\frac{1}{2}$	— 170	— 212 $\frac{1}{2}$
Mercure devenu malléable,	— 568	— 266	— 333
Mercure bouillant,	708	300	375
Eau ſe glaçant,	32	0	0
Eau bouillante,	212	80	100
Eſprit-de-vin rectifié ſe glaçant,	— 33	— 29	— 36
Le même bouillant,	175	63 $\frac{1}{2}$	79
Eau-de-vie formée de parties égales d'eſprit & d'eau, ſe glaçant,	— 7	— 17 $\frac{3}{9}$	— 21 $\frac{2}{3}$
La même bouillante,	190	70	87 $\frac{1}{2}$
Eau ſaturée de ſel marin, bouillante,	218	82 $\frac{6}{9}$	103 $\frac{1}{3}$
Leſſive de cendres gravelées, bouillante,	240	92 $\frac{4}{9}$	114
Vin de Bourgogne, Bordeaux, &c. ſe glaçant,	20	— 5 $\frac{3}{5}$	— 7 $\frac{1}{4}$
Eſprit de nitre glacé,	— 40	— 32	— 40
Le même bouillant,	242	93 $\frac{1}{3}$	116
La cire fondante,	142	49 $\frac{7}{9}$	62 $\frac{1}{4}$
Le beurre fondant,	80 à 90	21 à 26	26 à 32
Huile de Térébenthine commençant à bouillir,	560	234	292
Huile d'olive ſe figeant,	43	5	6 $\frac{1}{4}$
Huile de navette, bouillante & prête à s'enflammer,	714	298	372
Etain fondant,	408	167	309
Plomb fondant,	540	226	282
Biſmuth, *id*	460	190	238
Régule d'antimoine, *id*	805	344	430
Antimoine,	Expériences à faire.		
Argent,			
Or,			
Cuivre,			

II. *TABLE des différents degrés de chaleur ou de froid, observés en divers lieux de la Terre, ou dans certaines circonstances, ou pour certaines opérations, réduits au thermometre de Réaumur.*

Degrés.

CHALEUR constante des caves de l'Observat. de Paris, 9 1/4
de l'incubation des poules, ... 35
pour faire éclore les vers-à-soie, ... 19
à maintenir dans une orangerie, ... 15
pour la serre aux ananas, ... 18
pour la chambre d'un malade, ... 17
pour le poële, ... 12
Chaleur humaine à la peau, ... 29 à 30
humaine intérieure, ... 31
humaine avec la fievre, ... 32 à 40
observée à Paris en 1753, ... 30 1/2
au Sénégal, ... 37
en Syrie en 1736, ... 35
à la Martinique, ... 32
FROIDS observés à Paris en 1766, ... — 9 3/4
en 1740, ... — 10 1/2
en 1754, ... — 12
en 1767, ... — 13
en 1768, ... — 14 1/2
en 1709, ... — 15 1/2
en 1776, ... — 16 3/4
à Pétersbourg, Décemb. 1759, .. — 33 1/3
ibid., 6 Décembre 1772, ... — 50
à Tornéo en 1737, ... — 37
à Kébec, ... — 37
à Upsal en 1733, ... — 40
à Kiringa en Sibérie, en 1738, (*Voyez* Flora Siberica,) ..... — 70
Froid artificiel avec l'esprit de nitre & la neige, refroidis au 33e degré, ... — 170

III. *TABLE des rapports de dilatation des Métaux par la chaleur, ſuivant M. Ellicot.*

NOMS DES MÉTAUX.	Dilatations reſpectives.
Or, ...	73
Argent, ...	103
Cuivre, ...	89
Similor, ...	95
Fer, ...	60
Acier, ...	56
Plomb, ...	149
Etain, ...	148

OBSERVATIONS ſur les Tables précédentes.

Les tables précédentes nous donnent lieu & occaſion de faire quelques remarques intéreſſantes.

I. La premiere eſt la coagulation du mercure, produite par un degré extraordinaire de froid. Cette ſinguliere expérience fut faite dans le mois de Décembre 1759, à Pétersbourg, & mérite qu'on en parle avec quelque étendue.

Le froid s'étant fait reſſentir dans cette ville avec une rigueur extraordinaire en Décembre 1759, M. Braun crut devoir ſaiſir cette occaſion pour faire quelques expériences ſur le froid artificiel qu'on pourroit produire par ſon moyen : il mit dans un verre de la neige déja refroidie au 208e degré du thermometre de Deliſle, ou au 31e de celui de Réaumur, & ayant refroidi au même degré de bon eſprit de nitre fumant, il le verſa ſur cette neige. Il y plongea auſſi-tôt la boule d'un

thermometre, tellement conſtruit qu'il avoit environ 600 degrés tant au deſſus qu'au deſſous du zéro, (qui, dans le thermometre de Deliſle, eſt le terme de l'eau bouillante); il vit avec étonnement le mercure deſcendre aſſez rapidement juſqu'au 470e degré au deſſous de ce point. Le mercure s'étant alors arrêté, M. Braun ſecoua le thermometre, & il reconnut que le mercure n'avoit aucun mouvement & étoit gelé. Il caſſa la boule du thermometre, & trouva en effet le mercure glacé. Cette expérience fut répétée, ſoit le même jour, ſoit le 26 Décembre, où le froid naturel fut encore plus rigoureux, & fit deſcendre le mercure juſqu'au 212e degré de Deliſle, ou le 33e de Réaumur. Pluſieurs académiciens de Pétersbourg aſſiſterent à cette derniere, & en conſtaterent la vérité. La petite boule de mercure congelé fut même ſoumiſe au marteau, & parut avoir la ductilité du plomb.

Une choſe aſſez ſinguliere, & que M. Braun remarque avec étonnement, c'eſt que, dans pluſieurs de ces expériences, le mercure deſcendoit avec une viteſſe modérée, du point de la température de l'air, à celle de 470 degrés au deſſus de zéro; mais arrivé à ce terme, il ſe précipitoit tout-à-coup juſqu'au deſſous du 600e, ſans que la boule du thermometre fût rompue.

Ce phénomene eſt, à mon ſens, à peu près l'inverſe de celui qui arrive dans la congelation de l'eau. On ſçait qu'à meſure qu'elle ſe refroidit elle diminue de volume; mais arrivée une fois au degré de congelation, & au moment que ſe fait cette congelation, elle augmente tout-à-coup de volume, enſorte que probablement, dans un thermometre à eau pure, on verroit d'abord l'eau

baiſſer, & enſuite monter tout-à-coup, ou faire ſauter en morceaux la boule du thermometre. C'eſt un effet de l'arrangement nouveau des parties, qui ſe fait avec une force preſque irréſiſtible, au moment où elles ſont toutes en contact.

Or il arrive probablement au mercure tout le contraire; c'eſt-à-dire que, refroidi au point où ſes particules intégrantes ſe trouvent preſque en contact, elles s'arrangent tout-à-coup en vertu de leur attraction mutuelle, & leur forme eſt apparemment telle que, dans cette diſpoſition, elles doivent occuper moins de volume, comme celles de l'eau en occupent davantage.

Quoi qu'il en ſoit de cette explication, il eſt conſtaté par l'expérience de M. Braun, que le mercure n'eſt qu'un métal, tenu en fuſion par un degré de chaleur beaucoup moindre que celui qui gele l'eau & une multitude d'autres liqueurs. Il faut même le tirer de la claſſe des demi-métaux, & le ranger au nombre des véritables métaux, qui par-là ſe trouvent au nombre de ſept; grande & belle découverte pour ceux qui tiennent aux propriétés myſtérieuſes des nombres; car ils étoient fort déroutés de ne trouver que ſix métaux véritables. J'ai connu un homme enchanté, par cette ſeule raiſon, de l'expérience de M. Braun; & de ſon double effet de porter au nombre de 7 les vrais métaux, & de réduire à 5 celui des demi-métaux.

On voit auſſi dans cette expérience, la raiſon pour laquelle le mercure eſt le plus volatil des métaux. En effet, puiſqu'il ne faut, pour le tenir en fuſion, qu'un degré de chaleur ſi fort au deſſous de celui qui liquéfie la glace, il n'y a plus à s'étonner qu'au-delà du 300e degré du thermometre

de Réaumur, il commence à ſe volatiliſer; car ce degré eſt environ le 500e au deſſus de celui qui le tient déja en fuſion : il eſt à peu près à ſon égard ce que ſeroit le 600e pour le plomb, ou le 1200e pour le cuivre, &c.

II. Une ſeconde remarque à faire ici, c'eſt qu'à la vérité le degré de l'eau commençant à ſe glacer, eſt fixe; mais il n'en eſt pas tout-à-fait de même de celui de l'eau bouillante. Il eſt reconnu que plus l'eau eſt chargée par le poids de l'atmoſphere, plus il faut qu'elle ſoit échauffée pour bouillir. Cela avoit déja été remarqué par M. le Monnier, qui avoit trouvé au ſommet du Canigou, que l'eau bouillante ne faiſoit monter le thermometre qu'au 78e degré. Cela a depuis été vérifié par divers phyſiciens, comme M. de Secondat, fils du célebre M. de Monteſquieu, ſur le Pic du Midi, l'une des montagnes les plus hautes des Pyrénées; & par M. Duluc, ſur une montagne plus élevée encore que celles-là. On fait auſſi bouillir de l'eau ſous le récipient de la machine pneumatique, à un degré fort inférieur au 80e du thermometre; il ſuffit d'en évacuer l'air en partie. Ce degré du thermometre a donc beſoin d'être fixé, en faiſant attention à la hauteur du barometre; & dans les thermometres rectifiés & comparables, dont nous avons entendu parler, le degré 80 eſt celui que donne l'eau bouillante, lorſque le barometre eſt élevé de 27 pouces de Paris. C'eſt ce qu'on doit entendre par le degré de l'eau bouillante.

On voit auſſi que les liqueurs les plus tenues bouillent à un degré de chaleur moindre que l'eau, mais que les huiles graſſes exigent un degré de chaleur incomparablement plus grand.

III. Nous avons rectifié d'après des obſervations de M. Duluc, ou faites à ſon invitation, le degré de la température des caves de l'Obſervatoire de Paris, qui n'eſt pas 10, comme on le dit ordinairement, mais $9\frac{1}{4}$ au plus. Nous avons auſſi rectifié, d'après les obſervations de M. Braun, le degré du mercure bouillant, qu'on place d'ordinaire au 600e de Farenheit, mais qui, ſuivant ce phyſicien, eſt le 708 ou 709.

IV. Dans la table de la dilatation des métaux, on voit que l'acier eſt celui qui ſe dilate le moins par la chaleur, enſuite le fer, l'or. Le plomb & l'étain ſont ceux qui ſe dilatent le plus. Au reſte on voit par cette table, que la dilatabilité ne ſuit, ni le rapport des peſanteurs ſpécifiques, ni celui des degrés de ductilité, ni celui des forces de ces métaux : il y a même des irrégularités dans leurs dilatations, qui pourroient faire deſirer quelques expériences plus préciſes & plus multipliées.

PROBLÊME XIX.

Quelle eſt la cauſe qui fait que ſur les hautes montagnes, même ſur celles qui ſont ſituées ſous la zone torride, on éprouve preſque continuellement un froid rigoureux, tandis que dans la plaine ou dans les vallons il fait chaud ?

C'EST un phénomene qui a depuis long-temps excité l'attention des phyſiciens, que ce froid rigoureux qu'on éprouve ſur les hautes montagnes, tandis que dans la plaine on eſſuie quelquefois la plus grande chaleur. On ſçait aujourd'hui qu'un des climats les plus chauds de l'univers, eſt la côte

du Pérou : cependant, qu'on s'éleve de-là peu à peu dans les Cordillieres, on obſerve que la chaleur diminue progreſſivement ; enſorte que quand on eſt dans la vallée de Quito, à 1400 toiſes environ au deſſus du niveau de la mer, le thermometre atteint à peine, pendant toute l'année, le 13e ou 14e degré au deſſus de zéro. Si l'on monte plus haut, à cette température ſuccede celle d'un hiver rigoureux ; & quand on s'eſt élevé à environ 2400 toiſes de hauteur perpendiculaire, on ne rencontre plus, même ſous la ligne, que des glaces qui ne ſe fondent jamais.

Comment, ont dit quelques phyſiciens, cela peut-il ſe faire ? A meſure qu'on s'éleve au deſſus de la ſurface de la terre, on s'approche du ſoleil ; ſes rayons doivent conſéquemment être plus chauds, & l'on éprouve tout le contraire. Quelques-uns en ont conclu que les rayons du ſoleil n'étoient pas le principe de la chaleur que nous éprouvons ; car s'ils le ſont, par quel mécaniſme, par quelle cauſe ont-ils moins d'activité, préciſément dans le lieu où ils devroient en avoir davantage ? Nous allons travailler à éclaircir ce paradoxe.

Il faut d'abord conſidérer ici que, quoique l'on s'éleve de quelques milliers de toiſes au deſſus de la ſurface de la terre, on a tort d'en conclure que les rayons du ſoleil doivent y avoir plus d'activité qu'à la ſurface même. Cette différence ſeroit inſenſible, quand on s'éleveroit même d'un demi-diametre ; car le ſoleil étant à 22000 demi-diametres de la terre, & la chaleur des rayons ſolaires augmentant en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, la chaleur du ſoleil direct à la hauteur d'un demi-diametre terreſtre, ſera à celle qu'on

éprouvera à la ſurface, comme le quarré de 21999 au quarré de 21998 ; raiſon qu'on trouve être celle de 10999 à 10998, ou de 11000 à 10999, enſorte que la chaleur ne ſeroit que d'un 11000e moindre à la ſurface qu'à la diſtance d'un demi-diametre. Quelle ſera donc la différence qui pourra réſulter de s'être élevé au deſſus de la ſurface de la terre de 2 à 3 mille toiſes ? Rien aſſurément, & l'on ne doit en aucune maniere faire attention à cette différence.

Mais il eſt des cauſes phyſiques, & bien ſenſibles, pour leſquelles les corps doivent moins s'échauffer, & conſerver moins long-temps la chaleur dans ces parties élevées de la terre que dans les bas. Il eſt conſtant que la chaleur que nous éprouvons à la ſurface de la terre, n'eſt pas uniquement le produit de la chaleur directe du ſoleil, mais celui de pluſieurs cauſes réunies.

Ce ſont, 1° la maſſe des corps échauffés, qui conſervent d'autant plus long-temps la chaleur qu'ils ont une fois reçue, qu'ils ſont plus denſes & plus volumineux : ainſi la chaleur communiquée aux corps terreſtres pendant un jour de beau ſoleil, y reſte encore en très-grande partie pendant la nuit : le lendemain elle reçoit un accroiſſement de la préſence du ſoleil ; & ainſi ſucceſſivement. 2° L'air étant plus denſe dans la plaine & dans les vallons, y conſerve auſſi une plus grande partie de la chaleur qu'il a reçue dans la journée, & empêche la diſſipation de la chaleur qu'ils ont reçue. De-là vient que la chaleur s'accroît dans les bas continuellement, à meſure que le ſoleil monte ſur l'horizon. Mais il n'en eſt pas ainſi ſur le ſommet des montagnes.

En premier lieu, l'air y eſt d'une beaucoup plus

grande rareté que dans les bas; le ſoleil n'eſt pas plutôt abaiſſé vers l'horizon, qu'il perd la chaleur qu'il en a reçue depuis ſon lever. Car il n'eſt perſonne qui n'ait obſervé qu'un corps denſe, comme une piece de monnoie, conſerve plus long-temps ſa chaleur qu'un corps de peu de denſité, comme de l'étoffe. Qu'on s'approche en effet d'une cheminée où brule un grand feu; après y avoir reſté quelque temps debout, on trouvera l'argent qu'on a dans ſa poche, brûlant: qu'on s'en retire, il le ſera encore long-temps, tandis que l'on aura déja ſes vétements réduits au degré de chaleur ordinaire. Ainſi le peu de chaleur que l'air léger de la montagne a reçu pendant une journée d'été, eſt auſſi-tôt diſſipé: il ne s'y en accumule point comme dans les bas, où d'ailleurs le contact des corps denſes & terreſtres violemment échauffés, contribue à le maintenir dans ſon état. Secondement, les pics iſolés de ces montagnes extrêmement élevées, ne ſont que de petites maſſes en comparaiſon de la totalité des corps terreſtres des plaines ou des vallons voiſins. S'ils ſont échauffés juſqu'à un certain point, la chaleur qu'ils ont reçue s'évapore très-vîte; en quoi elle eſt aidée par la fraîcheur de l'air environnant, refroidi au degré de la glace preſque auſſi-tôt que le ſoleil eſt couché.

D'après ces raiſons, il eſt aiſé de concevoir que l'air qui regne ſur les hautes montagnes, ne contracte que très-paſſagérement un certain degré de chaleur; qu'il eſt preſque toujours au deſſous de la température de la glace même; qu'ainſi tous les météores aqueux qui s'y forment, tournent en neige & en glace; qu'une fois qu'il s'y en ſera formé une certaine maſſe, elle oppoſera à l'intro-

duction de la chaleur, ſoit dans l'air circonvoiſin, ſoit dans les parties qu'elle couvrira, un nouvel obſtacle qui tendra à augmenter le froid & la maſſe de ces glaces. C'eſt ainſi que ſe ſont formés ces immenſes amas de neige & de glaces accumulées qui couvrent les ſommets des montagnes des Cordillieres, ainſi que quelques cantons des Alpes, des Apennins, enfin de toutes les montagnes de l'univers dont la hauteur excede une certaine limite, qui eſt, dans la zone torride, d'environ 2400 toiſes d'élévation perpendiculaire au deſſus du niveau de la mer.

Nous diſons dans la zone torride, car il faut remarquer que cette hauteur eſt d'autant moindre, que la latitude eſt plus grande: ainſi, dans la zone torride, il faut s'élever juſqu'à 2400 ou 2500 toiſes pour arriver à cette région de glaces perpétuelles; mais dans la zone tempérée, par exemple, il ne faut s'élever qu'à 14 ou 15 cents toiſes de hauteur pour arriver à ces glacieres éternelles. Le commencement de celles qu'on trouve dans la Suiſſe, eſt, ſuivant les meſures de M. Duluc, a 1500 toiſes au deſſus de la mer Méditerranée: avancez encore davantage dans le Nord, vous les trouverez plus voiſines du niveau de la mer. Les glaciers de la Norwege ſont certainement moins élevés que ceux de la Suiſſe. Enfin, dans la zone glaciale, cette région de glaces continues eſt préciſément à la ſurface de la terre. De-là vient que la glace n'y fond point, comme tout le monde ſçait. Une couronne de glaces environne à pluſieurs centaines de lieues le pôle tant arctique qu'antarctique, & probablement interdit à jamais l'eſpérance de voir traverſer par des vaiſſeaux l'Océan glacial, pour gagner les mers

de la Chine & du Japon par le paſſage qu'on ſçait exiſter entre l'Aſie & l'Amérique.

PROBLÊME XX.

De l'atténuation dont quelques matieres ſont ſuſceptibles ; calcul de la longueur d'un lingot d'argent trait, & de l'épaiſſeur de ſa dorure.

NOUS n'entrerons pas ici dans la queſtion qui a ſi fort agité les phyſiciens, ſçavoir ſi la matiere eſt diviſible à l'infini ou non. Il faudroit, pour la réſoudre, connoître la nature des derniers éléments des corps, & c'eſt ce qui ſera probablement toujours refuſé à nos lumieres. Mais la nature & l'art nous préſentent quelques exemples d'atténuation de la matiere, qui ſont tels, que s'ils ne prouvent pas ſa diviſibilité à l'infini, ils prouvent du moins que les bornes de cette diviſion ſont reculées au-delà de ce que l'imagination peut nous repréſenter.

La ductilité de l'argent, & ſur-tout celle de l'or, ſont deux de ces exemples que l'art nous fournit. Une once d'or eſt un cube de 5 lignes $\frac{1}{7}$ de côté, & dont une des faces couvre conſéquemment environ 27 lignes quarrées. Le batteur d'or la réduit en feuilles qui enſemble couvriroient 146 pieds quarrés. Or 27 lignes quarrées ſont contenues dans 146 pieds quarrés, 111980 fois : conſéquemment l'épaiſſeur de cette feuille d'or eſt la 111980e partie de 5 lignes $\frac{1}{7}$, ou une 21534e de ligne.

Mais allons plus loin, car cette atténuation n'eſt encore rien en comparaiſon de celles qu'on va voir.

On prend un lingot cylindrique d'argent, de

45 marcs peſant, & d'environ 22 pouces de longueur ſur 15 lignes de diametre; on le couvre de ſix onces d'or réduit en feuilles. Dans cet état, l'or a l'épaiſſeur d'un 15e de ligne: c'eſt ce qu'on appelle *ſurdoré*. Mais on peut, ſi l'on veut, n'y employer qu'une once d'or, & alors il n'aura ſur cette ſurface que l'épaiſſeur d'une 90e de ligne.

On fait enſuite paſſer, ſuivant l'art du tireur d'or, ce lingot ainſi doré, par divers trous ſucceſſivement de plus en plus petits, juſqu'à ce qu'on l'ait enfin réduit à un fil de l'épaiſſeur d'un cheveu. M. de Réaumur a pris un fil d'argent doré, ainſi allongé; &, en ayant peſé un demi-gros avec le plus grand ſcrupule, il en meſura la longueur, & la trouva de 202 pieds; d'où il eſt aiſé de conclure qu'un gros avoit 404 pieds de longueur; une once, 2232; le marc, 23856; & les 45 marcs, 1163520, ou 96 lieues de 2000 toiſes chacune. Voilà donc un lingot d'argent, de 22 pouces de longueur, allongé de maniere à faire un fil de 96 lieues de long.

Il y a plus. On prend ce fil doré, & on le fait paſſer entre deux meules d'acier poli, pour l'applatir & le réduire en lame. Cette opération, en lui donnant $\frac{1}{8}$ de ligne de largeur, l'allonge d'un 7e au moins, enſorte que le fil eſt réduit par-là en une lame de 110 lieues de longueur, & dont l'épaiſſeur eſt d'une 256e de ligne. Quant à l'or, on trouve qu'il n'a plus qu'un 59000e & même un 60000e de ligne d'épaiſſeur.

Ainſi, en ſuppoſant que le lingot d'or n'eût été doré qu'avec deux onces d'or, on trouve que ſon épaiſſeur ne ſeroit qu'un 175000e de ligne; & en ne ſuppoſant qu'une once d'or, cette épaiſſeur ne ſeroit que d'un 350000e. Or, comme il y a

dans la lame des endroits inégalement dorés, en ſuppoſant que les uns le ſoient d'une moitié plus que les autres, on trouve que ces derniers n'auront qu'une épaiſſeur d'or d'un 525000 de ligne.

Enfin il eſt reconnu qu'on peut faire paſſer cette lame une ſeconde fois ſous les meules d'acier, &, en les rapprochant, lui donner une largeur double; d'où il ſuit que, dans ce dernier état, il y a des parties où l'épaiſſeur de la dorure n'eſt guere qu'un 1000000e de ligne en épaiſſeur, ce qui eſt dans la même proportion qu'une ligne à une longueur de 1200 toiſes, ou une demi-lieue.

Il eſt cependant certain que ces parties d'or ont de l'adhérence & de la continuité entr'elles; car, qu'on plonge dans de l'eau-forte ce fil d'argent trait, l'argent ſera diſſous, & l'or reſtera comme un petit tuyau creux. En conſidérant enfin cette dorure avec un microſcope, on n'y apperçoit aucune trace de diſcontinuité.

L'or ayant une ductilité bien plus grande que l'argent, on pourroit faire, avec un lingot d'or du même poids, un fil bien plus long. Mais croirons-nous ce que Muſchenbroeck rapporte à cet égard? Il dit qu'un ouvrier d'Ausbourg parvint à faire un fil d'or qui ne peſoit qu'un grain, & qui avoit cependant 500 pieds de longueur. Il eût donc pu faire un fil d'or d'une lieue de 2000 toiſes, & qui n'eût peſé qu'une dragme ou un tiers de gros; un fil de 24 lieues, n'eût peſé qu'une once; & enfin, avec un marc d'or, cet ouvrier eût pu faire un fil de 192 lieues. Un fil de cette groſſeur, & capable de faire le tour du globe de la terre, ne péſeroit qu'environ 50 marcs.

Au reſte voici un fil, ouvrage d'un inſecte, qui ne le cede guere à celui qu'on attribue à l'ouvrier

vrier d'Ausbourg. On a obſervé qu'un fil ſimple de ſoie, de 360 pieds de longueur, peſe un grain; ainſi 24 grains feront 1440 toiſes, & 36 grains feront une lieue de 2160 toiſes: une once de ce fil aura donc 16 lieues; & un marc, 128; enfin un pareil fil, capable de faire le tour du globe de la terre, ne péſeroit guere que 70 marcs ou 35 livres. Ajoutons que comme un fil d'araignée, qui eſt beaucoup plus fin & plus léger qu'un fil de ver-à-ſoie eſt comparée au moins de 36 brins, un pareil fil ſimple, & de la longueur ci-deſſus, ne péſeroit que deux marcs ou une livre.

PROBLÊME XXI.

Continuation du même ſujet: Apperçu de la diviſion de la matiere dans les diſſolutions des corps, les odeurs & la lumiere.

VOICI de nouveaux ſujets d'admiration dans l'exiguité prodigieuſe de quelques parties de la matiere: nous les réuniſſons ici, à cauſe de leur affinité.

Les diſſolutions métalliques nous en préſentent le premier exemple. Faites diſſoudre un grain de cuivre dans la quantité ſuffiſante d'alkali volatil, il vous donnera une couleur bleue. Verſez cette diſſolution dans trois pintes d'eau, toute cette eau ſera ſenſiblement colorée en bleu. Or trois pintes font 144 pouces cubiques; chaque pouce peut être diviſé en longueur d'abord en lignes, puis en 10e de ligne, qui ſeront viſibles: ainſi on trouvera dans ces 144 pouces cubiques le nombre de 248832000 parties, dont il n'eſt aucune qui ne ſoit colorée en bleu. Un grain de cuivre

ſe diviſe donc par ce moyen au moins en 24883-2000 parties. Mais nous irons plus loin : on peut voir chacune de ces parties avec un microſcope groſſiſſant 100 fois les objets en longueur, conſéquemment 10000 fois en ſuperficie, & il n'eſt aucune de ces parties qui ne ſoit colorée : conſéquemment il faut multiplier le nombre ci-deſſus par 10000, ou lui ajouter quatre zéros ; ce qui nous donne un grain de cuivre diviſé en 248832-0000000 parties viſibles, du moins à l'œil armé d'un microſcope.

Paſſons maintenant aux odeurs. On dit qu'un grain de muſc parfume pendant pluſieurs années une chambre de 12 pieds au moins dans toutes ſes dimenſions, ſans perdre ſenſiblement de ſon volume ni de ſon poids. Or un pareil eſpace renferme 1728 pieds cubes, dont chacun contient lui-même 1728 pouces cubes, & chacun de ces derniers, 1728 lignes cubes ; enſorte que le nombre des lignes cubes eſt la 3e puiſſance de 1728. Il n'eſt probablement aucune de ces lignes cubes qui ne contienne quelques-unes des particules odorantes ; cet air peut être, dans le courant de pluſieurs années, renouvellé 1000 fois, & le grain de muſc, ſans altération ſenſible, fournit de nouvelles particules odorantes. L'imagination ſe perd dans le calcul de la ténuité de chacune.

Cependant, malgré la ténuité de ces particules odorantes, elles ne paſſent pas au travers du verre & des métaux, & il eſt des *effluvia* qui les pénetrent : tels ſont ceux des corps lumineux, ou la lumiere, le magnétiſme, l'électricité. Quelle doit donc être l'exiguité des particules dans leſquelles ils conſiſtent ! Nous ne nous arrêterons plus qu'à la lumiere.

Si les particules dont l'émiſſion conſtitue la lumiere n'étoient pas d'une petiteſſe en quelque ſorte infinie, il n'eſt aucun corps qui pût réſiſter à l'action de la lumiere la plus foible; car leur exceſſive multitude, la rapidité avec laquelle elles partent du corps lumineux, ſont telles que, ſans cette ténuité prodigieuſe, la lumiere mettroit en pieces tous les corps ſur leſquels elle tomberoit, au lieu d'y exciter ſeulement ce léger frémiſſement, ce mouvement inſenſible de vibration dans lequel conſiſte la chaleur, lorſqu'elle n'a que la denſité de la lumiere du ſoleil.

La lumiere parcourt en effet, dans une ſeconde, 128880 lieues, ou 257760000 toiſes. Par conſéquent, ſi une particule de lumiere n'étoit que la 257760000^{e} partie d'un grain de plomb d'une ligne de diametre, elle feroit ſur nos organes la même impreſſion qu'un pareil grain de plomb, porté avec une viteſſe d'une toiſe par ſeconde. Il n'y a nul doute qu'une pareille impreſſion ne fût très-ſenſible aux parties délicates de notre corps. Mais quelle ſeroit-elle, ſi à-la-fois des millions de millions de pareils globules venoient le choquer, & étoient ſuivis, dans un intervalle de temps infiniment petit, d'une pareille quantité d'autres, comme cela arrive à un corps éclairé par la lumiere! Aucun être ne pourroit y réſiſter.

La ténuité d'une particule de lumiere eſt donc encore immenſément au deſſous de celle que nous venons de lui aſſigner pour premiere limite. Tâchons d'en déterminer une autre plus approchante de la vérité.

La denſité de la lumiere du ſoleil, telle qu'elle arrive à notre terre & dans ce climat, eſt telle, qu'étendue dans un eſpace 250000 fois plus grand,

elle a encore l'éclat de celle de la lune pleine. Il eſt probable que celle-ci, étendue de la même maniere, égaleroit au moins celle d'un ver-luiſant, éclairant un objet à 10 pieds de diſtance: ainſi celle-ci ſe trouvera, par le calcul, 625000000000 fois plus foible. Il eſt d'ailleurs extrêmement probable que, dans la prunelle de l'œil qui regarde à cette diſtance la lumiere d'un ver-luiſant, il n'y a pas une partie ſenſible qui ne ſoit éclairée elle-même: ſuppoſons-la d'une ligne quarrée de ſurface, & cette ligne quarrée diviſée en 10000 parties ſenſibles: il y a donc à chaque inſtant 10000 globules de lumiere qui arrivent à la rétine, réunis en un point imperceptible, & avec une viteſſe de 257760000 toiſes par ſeconde, ſans néanmoins y produire une impreſſion de choc ſenſible, & même à peine l'apperception de la lumiere.

En ſuppoſant la même quantité de globules de lumiere, lancés par la lumiere la plus foible ſur une ligne quarrée de ſurface, on trouve que, dans une ligne quarrée de lumiere du ſoleil, il y en a 6250000000000000, & dans un pouce 900000000000000000. Cette quantité de globules mus avec une viteſſe de 257760000 toiſes par ſeconde, & peut-être renouvellés mille fois dans cet intervalle de temps, ne produit cependant ſur la paume de la main qu'un léger ſentiment de chaleur; d'où il faut au moins conclure que 900 mille millions de millions de ces particules, mues avec la viteſſe ci-deſſus, font moins d'impreſſion que le choc d'une balle de plomb d'une ligne de diametre, tombant de 3 pieds de hauteur; & de-là ſuit cette nouvelle conſéquence, qu'en ſuppoſant du moins aux particules de la lumiere la même denſité que le plomb, chacune d'elles, comparée à une balle

de plomb d'une ligne de diametre, eſt en un moindre rapport qu'un 257760000^e par 900000-000000000000, ou un 2319840000000000000-000000000^e à l'unité.

Telle eſt donc au moins la ténuité des particules de la lumiere; & peut-être, par d'autres raiſonnements, pourrions-nous établir qu'elle eſt encore beaucoup plus grande; enſorte que probablement il faudroit réduire le rapport ci-deſſus à celui de l'unité à un nombre comparée de 30 ou 35 chiffres. Mais nous nous bornerons à ce que nous venons de dire, parceque cela eſt ſuffiſant pour notre objet, & pour montrer (ce que nous ferons ailleurs) que le ſoleil peut, pendant pluſieurs ſiecles de ſuite, fournir, ſans diminution ſenſible, à l'émiſſion de la lumiere qui ſort de ſon ſein; ce qui ſert à répondre à une objection qu'on fait contre la théorie Newtonienne de la lumiere.

PROBLÊME XXXII.

Quelle viteſſe faudroit-il donner à un boulet de canon, dans la direction horizontale, pour qu'il ne retombât pas ſur la terre, & qu'il circulât autour d'elle comme une planete, en faiſant néanmoins abſtraction de la réſiſtance de l'air?

Si du haut d'une montagne on tire un boulet de canon dans la direction horizontale, il ira, comme tout le monde ſçait, tomber à une certaine diſtance ſur la terre. Suppoſons maintenant qu'on augmente de plus en plus la viteſſe imprimée à ce boulet, il ira tomber de plus en plus loin; car la parabole, ou plutôt l'ellipſe qu'il décrit, ſera de plus en plus évaſée. On peut donc concevoir que

la viteſſe fût telle, que le boulet allât tomber au point de la terre diamétralement oppoſé. Alors, pour peu que l'on augmentât la viteſſe, le boulet ne toucheroit plus la terre, mais reviendroit au point d'où il eſt parti par une ligne ſemblable à celle qu'il a décrite en premier lieu. Il décriroit alors ſans ceſſe une ligne elliptique autour de la terre, & il ſeroit véritablement une petite planete, qui feroit autour d'elle ſes révolutions.

Il s'agit donc de trouver de quelle durée ſeroit cette révolution; car, la connoiſſant, on trouvera facilement la viteſſe de cette petite planete, ou celle avec laquelle eſt parti notre boulet; puiſqu'il n'y aura qu'à diviſer l'eſpace parcouru, qui ſera à peu près la circonférence terreſtre, par le temps employé à la parcourir.

La fameuſe regle de Képler donne facilement la ſolution de ce problême. Car, ſuppoſons notre petite planete en mouvement; elle devra conſéquemment, comparée avec la lune, faire ſes révolutions dans un temps tel, que les quarrés des temps périodiques ſoient comme les cubes des diſtances. Or la diſtance moyenne de la lune à la terre eſt de 60 demi-diametres, & celle de notre petite planete ſera d'un rayon terreſtre: on aura donc néceſſairement ce rapport; comme le cube de 60 ou 216000 eſt à 1, ainſi le quarré du temps périodique de la lune au quarré du temps périodique de notre petite planete. Or le temps périodique de la lune eſt de 27 jours 8 heures, ou 656 heures, dont le quarré eſt 430336: donc on aura ce rapport; comme 216000 à 1, ainſi 430336 à un quatrieme terme, qui ſera $\frac{430336}{216000}$; ou en fractions décimales, 1.9923, dont la racine quarrée 1.$\frac{41}{100}$, exprimera auſſi le nombre

des heures employées par la petite planete dans ſa révolution. Or 1.41 en heures & minutes, font $1^h\ 14'\ 36''$. Notre petite planete devroit donc faire ſa révolution dans le temps ci-deſſus ; ce qui donne, en ſuppoſant un grand cercle de la terre de 9000 lieues, 107 lieues & environ $\frac{1}{3}$ par minute, ou une lieue & $\frac{7}{9}$ par ſeconde.

Si l'on donnoit à ce corps une viteſſe plus grande que celle ci-deſſus, quoique moindre que de $149\frac{1}{3}$ lieues, il décriroit une ellipſe dont le périgée ſeroit au point de départ. Si la viteſſe de la projection étoit de 149 lieues $\frac{1}{3}$ par minute ou plus grande, le corps ne retomberoit plus ſur la terre ; car, dans le premier cas, il décriroit une parabole dont le ſommet ſeroit au point d'où il auroit été projeté ; & dans le ſecond, il décriroit une hyperbole.

PROBLÊME XXIII.

Examen d'une opinion ſinguliere ſur la Lune & les autres planetes ordinaires.

ON a dit, & c'eſt une conjecture à laquelle ſa ſingularité a donné de l'éclat, qu'il pouvoit ſe faire que la Lune ne fût autre choſe qu'une comete qui, allant au Soleil ou en revenant, & paſſant à la proximité convenable de la terre, avoit été détournée de ſon cours, & étoit devenue cette planete ſecondaire qui nous accompagne. Car, ſuppoſons qu'une pareille comete, n'ayant que le mouvement de projection néceſſaire pour décrire un cercle autour de la terre, à 60 demi-diametres de ſon centre, eût paſſé à cette diſtance de notre globe, & dans un plan incliné à ſon orbite ; elle

eût dû, dit-on, néceſſairement devenir notre Lune.

On appuie cette conjecture de quelques remarques qui ſemblent lui donner de la probabilité. La Lune, dit-on d'abord, préſente à la vue, armée d'un excellent téleſcope, l'apparence d'un corps torréfié; les cavités dont elle eſt parſemée ſont les déchirures qu'y a occaſionnées l'extrême chaleur, en faiſant ſortir en vapeurs l'humidité dont elle étoit imprégnée; on ajoute qu'il n'y reſte plus aucune apparence d'humidité, puiſqu'il n'y a point d'atmoſphere. Tout cela convient fort à une comete qui a paſſé très-près du Soleil.

Remarquez, dit-on encore, que les planetes les plus groſſes, comme Jupiter & Saturne, ont quatre ou cinq ſatellites. C'eſt que leur attraction s'étendant bien plus loin que celle de la Terre, ils ont eu bien plus d'empire ſur les cometes qui ont paſſé à leur proximité, le mouvement de ces cometes étant d'ailleurs fort ralenti, à cauſe de leur diſtance au Soleil. Les petites planetes, comme Mercure, Vénus, Mars, n'ont point de ſatellites, à cauſe de la petiteſſe de leur maſſe, & de la viteſſe avec laquelle les cometes, allant au Soleil ou en revenant, ont paſſé à leur proximité.

Tout cela eſt fort ingénieux. Néanmoins cette aſſertion ou conjecture ne peut ſe ſoutenir, quand on l'examine avec le flambeau de la géométrie.

Nous trouvons en effet par le calcul, que, quelle que ſoit la poſition ou la grandeur de l'orbite d'une comete, elle ne ſçauroit, lorſqu'elle paſſera près de l'orbite de la terre, avoir une viteſſe convenable pour devenir un ſatellite de notre globe, à quelque proximité même qu'elle en paſſât; car on démontre que toute comete,

parvenue à une distance du Soleil égale à celle de la Terre, a dans ce moment sur son orbite une vitesse qui est à celle de la Terre, comme $\sqrt{2}$ à 1, ou 1414 à 1000. Or cette vitesse est incomparablement plus grande que celle de la Lune sur son orbite, & même plus grande que celle d'une planete qui circuleroit presque à la surface de la terre, ainsi que le calcul suivant va le montrer.

La Terre parcourt en 365 jours, une orbite de 66 millions de lieues de circonférence; ainsi sa vitesse sur son orbite est telle, qu'elle parcourt en un jour 567000 lieues, en une heure 23625, en une minute 984 lieues: ainsi, multipliant ce dernier nombre par $\frac{1414}{1000}$, on aura 1391 lieues pour le chemin que toute comete, arrivée à la distance de la Terre au Soleil, parcourt nécessairement par minute.

Voyons maintenant celle de la Lune sur son orbite. Le diametre moyen de l'orbite de la Lune est de 60 diametres terrestres, & sa circonférence, par conséquent, de 188 de ces diametres; ce qui, en évaluant le diametre de la terre à 3000 lieues, donne pour la circonférence de l'orbite lunaire, 564000 lieues. Cet espace est parcouru en 27 jours 8 heures moins quelques minutes, ou 27 $\frac{1}{3}$: ainsi la Lune parcourt sur son orbite, en un jour, 20142 lieues; en une heure 839, & en une minute 14 lieues. L'on voit donc avec la plus grande évidence, que si une comete passoit à une distance de la Terre égale à celle de la Lune, ce qu'auroit dû faire la comete transformée en notre satellite, elle pourroit seulement avoir une vitesse de 14 à 15 lieues par minute, au lieu de celle de 1390, que toute comete a nécessairement à cet éloignement du Soleil. La Lune n'a donc pu

être une comete qui, paſſant trop près de la Terre, en a été, pour ainſi dire, ſubjuguée.

Voyons maintenant ſi, paſſant beaucoup plus près de la Terre, & même près de ſa ſurface, la comete dont nous parlons pourroit être arrêtée par l'attraction de la Terre. Nous trouverons encore, par un calcul ſemblable, qu'elle ne ſçauroit circuler autour d'elle; car nous avons vu précédemment que, pour qu'un corps pût circuler autour de notre globe près de ſa ſurface, il lui faudroit une viteſſe de 106 lieues environ par minute. Or ceci eſt encore extrêmement au deſſous de la viteſſe qu'auroit néceſſairement une comete paſſant tout près de la Terre; car, ſi un corps partoit du ſommet d'une montagne vers l'Orient ou l'Occident, avec une viteſſe de 1390 lieues par minute, il s'écarteroit de la Terre ſans jamais y revenir, cette viteſſe étant beaucoup plus grande qu'il ne faut pour lui faire décrire autour de la Terre une ellipſe quelconque, même infiniment allongée, ou une parabole.

Voilà donc la Terre, & ſans doute Mars, exclus du privilege de pouvoir jamais gagner un ſatellite de cette maniere; à plus forte raiſon Vénus & Mercure. Mais en eſt-il de même de Jupiter & de Saturne? C'eſt ce que nous allons encore examiner, en y employant des calculs ſemblables.

La viteſſe de révolution de Jupiter autour du Soleil, eſt de 423 lieues par minute; & par conſéquent celle de toute comete allant au Soleil ou en revenant, lorſqu'elle eſt à la même diſtance de cet aſtre que Jupiter, ſera de 498 lieues dans le même temps. On trouve d'ailleurs, que la viteſſe du premier ſatellite de Jupiter eſt de 13680 lieues par heure dans ſon orbite, ou de 228 par

minute : ainſi la viteſſe de toute comete paſſant à la proximité de Jupiter & à la diſtance de ſon premier ſatellite, ſera toujours néceſſairement beaucoup plus conſidérable, & preſque triple ; d'où il ſuit que, ni ce premier ſatellite, ni aucun des autres, n'a été originairement une comete, que cette groſſe planete s'eſt appropriée ; car les autres ſatellites ont une viteſſe encore moindre que celle du premier.

Il reſteroit à ſçavoir ſi une comete, paſſant à une très-grande proximité de Jupiter, pourroit en être arrêtée. Cela ne nous paroît pas abſolument impoſſible : car un ſatellite qui feroit ſa révolution preſque à la ſurface de Jupiter, y emploieroit un peu plus de 3 heures ; ce qui donne une viteſſe de 557 lieues par minute. Mais on a vu plus haut que celle de la comete ſeroit de 598. Or, quoique cette viteſſe ſoit trop grande pour faire décrire à un corps un cercle autour de Jupiter, fort près de ſa ſurface, elle ne l'eſt pas trop pour lui faire décrire une ellipſe. Si donc une comete, allant au Soleil ou en revenant, alloit étourdiment donner dans le ſyſtême de Jupiter entre lui & ſon premier ſatellite, il pourroit arriver qu'elle continuât de circuler autour de cette planete, dans une orbite ſinon circulaire, du moins elliptique plus ou moins allongée.

Car, ſuppoſons que l'orbite de Jupiter ſoit AB, & que Jupiter étant en I & tendant vers B, la comete ſoit en C, par exemple, & tendant en D ſous un angle d'environ 45 degrés, & que CD déſigne la viteſſe de cette comete, que nous avons dit être plus grande que celle de Jupiter ſur ſon orbite, & environ triple ; prenez DE égale à la viteſſe de Jupiter : alors CE ſeroit la viteſſe reſ- Pl. 2, fig. 13.

pective de la comete, & même ſa route à l'égard de Jupiter ſuppoſé fixe, & ſans action ſur la comete. Mais, à cauſe de cette action, elle décriroit une route infléchie, comme CF, qui la feroit tomber preſque perpendiculairement ſur l'orbite de Jupiter, & avec une viteſſe qui pourroit n'être guere plus grande que celle du premier ſatellite. Si donc à ce moment Jupiter ſe trouvoit en un point I, tel que IF fût moindre que la diſtance de Jupiter à celle de ſon premier ſatellite, je ne vois nullement ce qui empêcheroit la comete de prendre autour de lui le mouvement circulaire ou elliptique qui conviendroit à la force de ſa projection; & ſi elle avoit fait une fois une révolution, il eſt évident qu'elle devroit continuer à jamais d'en faire de nouvelles.

J'avoue, au reſte, n'avoir pas tellement examiné cet objet, que je puiſſe dire que je tiens la choſe pour démontrée. Pour en être aſſuré, il faudroit réſoudre ce problême-ci, qui n'eſt qu'un rameau de celui des trois corps, & que nous propoſons à ceux de nos lecteurs aſſez verſés dans l'analyſe pour s'en occuper. *Deux corps* I & C, *qui s'attirent l'un l'autre en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, & en raiſon directe de leurs maſſes, étant lancés des points* I & C, *ſelon les diſtances* IB, CG, *avec des viteſſes données, trouver les courbes qu'ils décriront.* On peut même, pour ſimplifier le problême, ſuppoſer que l'un des deux, I, ſoit ſi gros à l'égard du ſecond, qu'il ne ſoit preſque pas détourné de ſa route.

Pl. 2, fig. 14.

Nota. Depuis l'impreſſion de ceci, nous avons fait quelques remarques ſur ce ſujet, que nous donnerons dans la ſuite de ce volume.

PROBLÊME XXIV.

Juſqu'à quel point peut & doit-on craindre l'approche ou le choc d'une comete, & les ravages qui pourroient en réſulter ſur la Terre?

CE que nous avons dit dans le problême précédent ſur les cometes, nous conduit naturellement à traiter une queſtion devenue célebre par l'allarme que conçut tout-à-coup cette capitale, il y a quelques années. Nous avons vu en, 1774, tout Paris dans le trouble & l'inquiétude, d'après l'expoſé peu fidele du Mémoire d'un académicien, qu'on diſoit annoncer l'approche très-voiſine d'une comete avec la Terre, approche dont l'effet devoit être au moins d'élever les eaux de l'Océan au point de ſubmerger notre continent. J'ai vu plus d'une femme ne pas fermer l'œil pluſieurs nuits de ſuite; & j'ai même été obligé, pour rendre le ſommeil à une d'elles, de l'aſſurer, par un menſonge officieux, qu'on avoit trouvé une énorme erreur dans le calcul de l'académicien, & qu'il s'étoit fait à cette occaſion une affaire très-grave avec ſa compagnie. Ce motif m'excuſera, à ce que j'eſpere, auprès de l'illuſtre aſtronome. Je ſuis aſſuré qu'il ſe fût prêté lui-même, pour une auſſi belle cauſe, à cette innocente ſupercherie; car il ne s'agiſſoit pas moins que de rendre le repos & leur éclat à deux yeux bien capables de diſtraire de l'obſervation la plus intéreſſante l'aſtronome le plus ſauvage. Quoi qu'il en ſoit, dévoué, malgré mon goût pour les ſciences abſtraites, à cette charmante portion du genre humain, je vais tâcher de la tranquilliſer, & de lui prouver que le danger

d'être écraſé ou inondé par une comete, ne vaut pas la peine de troubler ſon repos.

Il y a déja long-temps que quelques aſtronomes ont conjecturé qu'une comete pouvoit devenir funeſte à la Terre. Le célebre Whiſton, homme chez qui l'imagination dominoit un peu trop la faculté raiſonnante, voyant une comete comme celle de 1680, accompagnée d'une immenſe queue, s'aviſa de conjecturer que ſi une planete venoit à donner dans cette queue, elle pouvoit en condenſer les vapeurs par ſon attraction, & en être noyée. Il conjecturoit auſſi que le déluge avoit eu cette cauſe; & il ajoutoit que ſi une comete comme celle-là, revenant d'auprès du Soleil, où elle avoit dû prendre un degré de chaleur pluſieurs milliers de fois plus grand que celui d'un fer rouge, elle pouvoit brûler notre Terre. Il penſoit même que c'eſt ainſi que doit s'opérer la conflagration générale qui anéantira un jour notre habitation.

Ces idées, plus ſingulieres que juſtes, prouvent aſſez ce que nous venons de dire de la trempe d'eſprit de Whiſton. Nous ne pouvons dire ce qui arriveroit, ſi une comete auſſi violemment chauffée venoit à paſſer très-près de nous. Il eſt probable que, vu la rapidité avec laquelle elle paſſeroit près de la Terre, ainſi qu'on le verra plus loin, nous n'en ferions guere incommodés. Quant au danger d'être inondé par les vapeurs de ſa queue, il n'eſt nullement fondé, parceque l'on peut aiſément démontrer que ces vapeurs qui nagent dans un milieu auſſi délié que l'æther, doivent être elles-mêmes d'une ténuité preſque infinie. Toute cette immenſe queue réduite en fluide comme l'eau, fourniroit probablement à peine la matiere

à une pluie abondante. Au reſte, la comete en queſtion ne revient que tous les 575 ans environ: elle a paru en 1680; ainſi elle ne reviendra dans notre voiſinage que dans environ 480 ans. Ce ſera l'affaire de nos deſcendants.

M. Halley a enviſagé ce danger d'une autre maniere. Il a remarqué que ſi la comete de la fin de 1680 eût paſſé 31 jours plus tard par l'écliptique, elle ſe fût trouvée à une diſtance de la Terre guere plus grande qu'un demi-diametre ſolaire, ou que 137500 lieues; & il ajoute qu'il n'y a nul doute qu'une pareille proximité entre ces deux corps, n'occaſionnât des dérangements aſſez conſidérables dans le mouvement de la Terre, comme un changement d'excentricité & de temps périodique. « Veuille, dit-il enfin, l'Auteur de la na» ture nous garantir du choc de ces maſſes énor» mes, ou même de leur contact, qui n'eſt que » trop poſſible. » Il remarque cependant que la poſition infiniment variée de l'orbite des cometes, leur inclinaiſon ordinairement très-conſidérable à l'écliptique, ſemblent être arrangées par l'Auteur de la nature, pour nous garantir d'une auſſi funeſte cataſtrophe.

Comme, depuis le temps de Halley, l'aſtronomie cométique s'eſt enrichie de la connoiſſance d'une quarantaine de cometes nouvelles, il étoit naturel d'examiner s'il y en avoit qui, par quelque changement dans la poſition & la grandeur de leurs orbites, puſſent être de mauvais augure pour la Terre. C'eſt ce que M. de la Lande entreprit de faire, à l'occaſion de la comete qu'on vit en 1770; & il trouva qu'il y en a quelques-unes dont, en changeant quelque peu les éléments, il pouvoit arriver qu'elles approchaſſent beaucoup de l'orbite

que nous décrivons. Il fit voir en même temps que ce danger ne devoit pas beaucoup effrayer, y ayant pluſieurs fois mille à parier contre un, que la comete paſſant ſur l'orbite de la Terre, elles ne ſe rencontreroient pas l'une l'autre.

Ce danger étoit, comme l'on voit, aſſez éloigné pour ne pas beaucoup allarmer; mais il ajoutoit, qu'en ſuppoſant qu'une pareille comete paſsât à 15000 lieues de la Terre, elle éléveroit les eaux de l'Océan, & occaſionneroit, ſuivant ſa poſition, un flux capable de couvrir notre continent, & d'en balayer tous les êtres vivants avec leurs habitations. Ceci augmentoit conſidérablement le danger: car, s'il y avoit 10000 contre un à parier que la comete & la Terre ne ſe trouveroient pas à-la-fois dans l'écliptique à la diſtance d'un diametre de notre globe, il n'y avoit plus que 2000 contre un à parier qu'elles pourroient ſe trouver à 5 diametres l'une de l'autre, & conſéquemment de nous voir noyés. Or l'intérêt eſt aſſez grand pour ne pas enviſager cette chance ſans inquiétude, & il eſt des gens qui ne tireroient pas ſans trembler à une loterie où il y auroit un ſeul billet noir ſur cent mille.

Mais heureuſement tous ces calculs ſont fondés ſur des ſuppoſitions qui, quoiqu'elles puiſſent ſe réaliſer dans la ſuite des ſiecles, n'ont pas actuellement lieu dans l'état de l'univers. Il n'y a, au moment actuel, aucune comete connue, dont l'orbite rencontre la trace du chemin de la Terre ſur l'écliptique. Il eſt vrai que les orbites, tant des planetes que des cometes, étant ſujettes à des variations inſenſibles, il peut arriver dans la ſuite que l'orbite d'une comete entrecoupe juſtement l'orbite de la Terre; mais, à moins qu'elle ne ſoit abſolument

abſolument couchée ſur le plan de l'écliptique, cette poſition ne peut être que momentanée; & les révolutions cométaires étant extrêmement longues, il y a déja une probabilité très-forte que cette poſition aura ceſſé, lorſque la comete traverſera l'écliptique.

Mais ſuppoſons que cette poſition ſoit aſſez conſtante pour qu'une comete, traverſant l'écliptique, ſe trouve préciſément dans le même plan & ſur la trace de la Terre. Voyons, en conſultant les loix de la probabilité, quelle chance il y a pour qu'au moment où la comete ſera ſur l'écliptique, la Terre ſe trouve ſur un point aſſez voiſin pour la choquer ou en être choquée. En voici le calcul.

Au moment où la comete eſt ſur l'écliptique même, il y a pour la Terre, ſur le même cercle, autant de poſitions différentes que l'on peut compter de diametres terreſtres; mais il n'y a que trois de ces poſitions qui ſoient abſolument critiques, car il en eſt une qui donneroit un choc central, & les deux autres, à un diametre près, plus avant ou après le lieu de la comete, donneroient un ſimple choc ſuperficiel. Or on trouve que l'orbite de la Terre contient ſur ſa circonférence 72450 fois le diametre terreſtre; ce qui, diviſé par 3, donne 24150. Ainſi, dans la ſuppoſition où une comete devroit néceſſairement ſe trouver ſur le chemin de la Terre, il y auroit encore 24150 contre un à parier, que la Terre ne ſeroit pas en ce moment à portée d'en recevoir un choc quelconque, même ſuperficiel. Ajoutons à cela, que cette poſition dangereuſe de la comete eſt, pour ainſi dire, l'affaire d'un inſtant; car, en traverſant l'orbite de la Terre, elle a une viteſſe de

1390 lieues par minute : ainſi le danger ne dureroit pas 3 minutes de ſuite. Il y auroit certes bien du malheur, ſi une comete, ſe trouvant auſſi peu de temps dans la proximité du chemin de la Terre, celle-ci alloit mal-adroitement lui barrer le chemin, & ſe rencontrer avec elle.

Le danger pour notre globe d'être inondé par le ſoulevement des eaux de l'Océan, eſt encore moins fondé ; quand même la comete paſſeroit à une diſtance très-médiocre de la Terre, comme à 12000 ou 15000 lieues, ce qui eſt un ſixieme de la diſtance de la Terre à la Lune. Il eſt vrai qu'en ſuppoſant une comete rencontrant préciſément l'orbite de la Terre, il y a une probabilité qui n'eſt plus que de 1 contre environ 7200, que notre globe pourroit ſe trouver à une diſtance qui n'eſt pas plus grande que de quatre à cinq de ſes diametres ; mais la rapidité avec laquelle ſe feroit cette approche, & avec laquelle les deux globes s'éloigneroient enſuite, ne donneroit pas aux eaux de l'Océan le temps de s'élever aſſez pour ſubmerger notre continent ; car il faut un certain temps pour imprimer à la maſſe énorme des eaux de la mer, un mouvement tel que celui du flux & du reflux. Ce qui le prouve, c'eſt que le flux ne ſuit que de loin le paſſage de la Lune par le méridien, même dans les mers ouvertes, & que les grands flux des nouvelles & pleines lunes ne ſe font même pas ce jour-là, mais les ſuivants. Or une comete arrivant à l'orbite de la Terre, traverſeroit notre ſyſtême lunaire à peu près dans une heure : ainſi il ne pourroit en réſulter qu'un léger mouvement dans les mers très-ouvertes, telle que la mer du Sud. Quelques-uns des petits iſlots qui y ſont parſemés, & qui ſont preſque

à fleur d'eau, pourroient en être ſubmergés, mais notre continent ſeroit abſolument à l'abri d'un pareil malheur.

Ce qu'il y a de plaiſant dans cet effroi que conçut la ville de Paris, ſur le faux expoſé du Mémoire de M. de la Lande, c'eſt qu'il y avoit déja quatre ans que le plus grand danger que la Terre ait couru à cet égard depuis pluſieurs ſiecles, étoit paſſé; car, de toutes les cometes connues, celle qui s'eſt le plus approché de la Terre, eſt celle de 1770: elle en fut, le 1er Juillet, à environ 750000 lieues, ce qui eſt plus de huit fois la diſtance de la Lune à la Terre. Il n'y avoit pas là de quoi troubler le ſommeil de qui que ce ſoit.

Au ſurplus, ce ſeroit un beau & magnifique ſpectacle pour les aſtronomes, que celui d'une comete à peu près groſſe comme la Terre, traverſant les cieux avec une viteſſe auſſi grande que nous venons de le dire. Quel beau phénomene que celui d'un nouvel aſtre d'environ 9 degrés de diametre apparent, & parcourant de ſon mouvement propre, dans une ou deux heures, environ 180 degrés dans le ciel! Quel aſtronome ne ſouhaiteroit pas d'être témoin d'un phénomene ſi rare, dût-il en arriver quelque petite cataſtrophe pour de petits iſlots deja à demi noyés dans le vaſte Océan?

On a cependant calculé que cela n'arriveroit pas ſans quelque dérangement dans le mouvement de notre globe. M. du Séjour a trouvé qu'une comete groſſe comme la Terre, paſſant auprès d'elle à une diſtance d'environ 13000 lieues, changeroit ſa révolution périodique, & que cette révolution deviendroit de 367 jours & quelques heures, au lieu de 365 jours 6 heures & quelques minutes.

Mais de cela il ne réſulteroit aucun mal phyſique pour l'univers. Il eſt vrai que les aſtronomes auroient à refondre leurs tables, devenues inutiles; les chronologiſtes, leur maniere de calculer les temps; les Etats, leurs calendriers: ce ſeroit matiere à des ſpéculations nouvelles, & une nouvelle occupation pour les ſçavants.

THÉORÊME I.

Une livre de liege peſe davantage qu'une livre de plomb ou d'or.

Un corps peſe plus en été qu'en hiver.

CES deux propoſitions paroîtront du premier abord un paradoxe à pluſieurs de nos lecteurs; mais ce paradoxe s'évanouira, au moyen des réflexions ſuivantes.

Lorſqu'on peſe des corps dans l'air, ce qui eſt ordinaire, on les peſe au milieu d'un fluide qui, ſuivant les loix de l'hydroſtatique, leur enleve toujours une portion de leur poids, égale à ce ce que peſe un volume ſemblable de ce fluide: ainſi un morceau d'or ou de plomb d'un pouce cube, par exemple, peſé dans l'air, y perd de ſon poids abſolu, ce que peſe un pouce cube d'air; & il en eſt de même de tout autre corps. Une livre de liege y perd de ſon poids, ce que peſe un volume d'air égal à celui d'une livre de liege. Mais le volume d'une livre de liege eſt bien plus grand que celui d'une livre d'or ou de plomb: ainſi une livre de liege, peſée dans l'air, a un poids abſolu plus grand que celui d'une livre d'or, puiſque la premiere étant diminuée du poids d'une plus grande quantité d'air que la ſeconde, elles reſtent encore égales.

L'expérience confirme le raisonnement : car, que l'on mette en équilibre, avec une bonne balance, une livre d'or ou de plomb, avec une livre de liege ; que l'on couvre le tout d'un récipient, & qu'on en pompe l'air, on verra aussi-tôt le liege l'emporter. Il arrive en effet alors, que le poids du liege est augmenté du poids d'un pareil volume d'air ; & l'or est également augmenté du poids d'un volume d'air égal au sien. Mais le premier est beaucoup plus grand : ainsi l'équilibre doit être troublé, & le liege doit l'emporter.

Voilà le premier paradoxe résolu & démontré ; nous passons au second.

En été l'air est dilaté par la chaleur, & moins dense : de-là il résulte nécessairement que le même volume d'air a moins de pesanteur, & conséquemment que chacun des corps mis en équilibre, perd moins de son poids que quand l'air étoit plus dense. Mais ce n'est pas dans la même proportion ; la livre de liege perd, par exemple, dans l'air ordinaire, quatre grains de son poids, & a par conséquent un poids absolu de 1 livre 4 grains ; tandis que l'or ne perdant qu'un demi-grain, la livre pese, dans la réalité, une livre & un demi-grain. Dans un air dilaté au point de peser la moitié moins, le volume d'air égal au volume de liege, ne pese que 2 grains ; & celui d'air égal au volume d'or, ne pesera qu'un quart de grain : ainsi la livre de liege, pesée dans l'air ordinaire, pesera dans cet air dilaté, 1 livre 2 grains ; & la livre d'or, une livre & un quart de grain : le liege l'emportera donc encore.

COROLLAIRES.

I. On peut de ceci tirer la conſéquence, que *deux poids en équilibre à la ſurface de la terre, ne le ſont pas étant portés ſur une montagne ;* car ſur une montagne l'air eſt plus dilaté : conſéquemment, d'après le raiſonnement ci-deſſus, l'équilibre doit être troublé ; le corps le plus volumineux l'emportera.

II. Ce ſeroit le contraire, ſi les corps étoient en équilibre ſur la montagne, & qu'on les peſât enſuite dans la plaine ; ou ſi, peſés dans la plaine, on les portoit au fond d'une mine ; alors le plus volumineux deviendroit le plus léger.

III. Il y auroit de l'avantage à acheter de l'or en été pour le revendre en hiver, ou de l'acheter dans un lieu froid pour le revendre dans une étuve ; car on a coutume de peſer l'or avec des poids de cuivre, qui perdent moins de leur poids abſolu en été qu'en hiver ; d'où il ſuit qu'en été ils peſent davantage. On aura donc une plus grande quantité d'or, par leur moyen, en été qu'en hiver ; au contraire, ces poids perdent plus en hiver qu'en été : conſéquemment, en revendant en hiver, on donnera moins d'or.

Il faudroit en agir tout autrement pour acheter des diamants, parcequ'on les peſe avec des poids de cuivre qui ſont ſpécifiquement plus peſants que le diamant. Si donc un poids de cuivre eſt en équilibre dans un air tempéré avec un poids de diamants, en les tranſportant dans un air froid, le poids de cuivre l'emportera ; & ce ſera le contraire, en les tranſportant dans un air plus chaud. Il faudroit donc acheter dans un air froid ou en hiver, pour revendre en été ou dans un air chaud.

Il eſt vrai que, dans l'un & l'autre cas, la différence eſt ſi légere, qu'on feroit une mauvaiſe ſpéculation d'acheter des diamants en hiver pour les revendre en été, ou d'acheter de l'or en été pour le revendre en hiver. On pourroit bien ſe ruiner promptement. Mais, quoi qu'il en ſoit, l'eſprit mathématique démontre & peut apprécier la différence ; & ſi ce n'eſt pas une vérité utile à la Bourſe, ce n'en eſt pas moins une vérité phyſique & mathématique.

THÉORÊME II.

Deux poids homogenes qui ſont en équilibre ſur la ſurface de la terre, aux extrémités d'une balance à bras inégaux, ne le doivent plus être, ſi on la tranſporte au ſommet d'une montagne ou au fond d'une mine.

SUPPOSONS une balance à bras inégaux, AB, BD, chargée de poids en équilibre P & Q, & conſéquemment inégaux ; que cette balance ſoit dans la ſituation horizontale : ces poids, tendants au centre de la terre, que nous ſuppoſons C, feront avec la balance des angles CAB, CDB, inégaux ; & l'angle A, du côté du grand bras, ſera conſéquemment le moindre. Du point B, qu'on abaiſſe les perpendiculaires BE, BF, ſur les lignes de direction AC, DC ; on aura, ſelon les loix de la mécanique, ces perpendiculaires en raiſon réciproque des poids, enſorte que BE ſera à BF, en même raiſon que le poids Q au point P ; c'eſt-à-dire que le produit de P par BF, ſera le même que celui de Q par BE. Pl. 3. fig. 15.

Que la balance ſoit maintenant tranſportée plus près du centre de direction, ou, ce qui revient

au même, que ce centre ſoit rapproché comme en *c;* les nouvelles directions ſeront A *c* & D *c*. Que B *e*, B *f* ſoient les nouvelles perpendiculaires ſur ces lignes de direction ; il y auroit encore équilibre, ſi le rapport de B *f* à B *e* étoit le même que celui BF à BE, ou celui de Q à P : mais il eſt aiſé de démontrer que ce rapport n'eſt plus le même ; ainſi le produit de Q par B *e*, ne ſera plus égal à celui de P par B *f:* il n'y aura donc plus d'équilibre. On peut même faire voir que, dans le cas du rapprochement du centre, le rapport de B *e* à BE, eſt moindre que celui de B *f* à BF ; d'où ſuit que B *e* eſt moindre qu'il ne faudroit pour que ces rapports fuſſent égaux ; & conſéquemment que, dans ce cas, le poids le plus proche du point de ſuſpenſion l'emportera.

Le contraire arrivera par la même raiſon, ſi la balance étoit tranſportée plus loin du centre, comme au ſommet d'une montagne.

Pourquoi donc, dira-t-on, l'équilibre ſubſiſte-t-il nonobſtant cette démonſtration ? La raiſon en eſt ſimple. Le centre de la terre eſt toujours ſi éloigné, relativement à la longueur d'une pareille balance, que les lignes de direction ſont ſenſiblement paralleles, à quelque hauteur ou profondeur au deſſus ou au deſſous de la ſurface de la terre que nous puiſſions nous placer. Ainſi la différence d'avec l'équilibre rigoureux eſt ſi petite, que l'on ne peut l'appercevoir avec les balances les plus parfaites qu'on puiſſe ſuppoſer ſorties de la main des hommes.

PROBLÊME XXV.

Du Feu central.

IL n'eſt queſtion dans la phyſique que du feu central de la terre. Mais un pareil feu exiſte-t-il ? Quelle eſt la cauſe de la chaleur qu'on éprouve dans l'intérieur de nôtre globe ? Voilà diverſes queſtions que nous allons examiner ici ; & elles ſont d'autant plus intéreſſantes, que leur ſolution donne lieu à quelques conſéquences tout-à-fait dignes d'attention.

Lorſqu'on connoît les phénomenes obſervés par divers phyſiciens dans l'intérieur de la terre, on ne peut ſe refuſer à reconnoître que la ſurface ſeule, dans ces climats, eſt ſujette aux viciſſitudes du chaud & du froid que nous éprouvons. A une certaine profondeur, qui n'eſt même pas bien grande, car il ſuffit de deſcendre à une centaine de pieds, la chaleur eſt conſtamment la même, ſçavoir, de 10 degrés environ du thermometre de Réaumur. C'eſt ce qu'on obſerve dans tous les climats & dans tous les pays.

Il faut donc reconnoître que le globe de la terre a, indépendamment de la chaleur variable du ſoleil, un fonds de chaleur qui lui eſt propre, quelle qu'en ſoit la cauſe.

Il y a plus. Nous allons démontrer que le degré de chaleur que la préſence du ſoleil, pendant pluſieurs mois de l'année, ajoute à la chaleur interne de la terre, ou celui que ſon abſence lui fait perdre, n'eſt qu'une petite partie de la chaleur interne du globe de la terre.

En effet, l'on ſeroit bien dans l'erreur, & nous

l'avons déja dit, ſi l'on penſoit que le degré de froid qui fait geler l'eau fût le degré 0 de chaleur; il n'y a de froid & de chaleur que relativement. Si les liqueurs communes de notre globe étoient de la nature de l'eſprit-de-vin, comme alors les liqueurs de notre corps ſeroient à l'abri d'être glacées, à moins qu'elles ne fuſſent expoſées à une diminution de chaleur au-delà de celle qui glaceroit l'eſprit-de-vin, il eſt plus que probable que nous n'éprouverions aucune ſenſation déſagréable, en vivant dans une température ſemblable à celle qui fait glacer l'eau; & au contraire, ſi nos liqueurs étoient de nature à ſe congeler au degré qui commence à laiſſer figer la cire, nous éprouverions probablement à cette température, la même ſenſation que nous éprouvons à celle où l'eau ſe gele. Tout ce qui ſeroit au deſſus ſeroit chaleur, tout ce qui ſeroit au deſſous ſeroit froid.

D'ailleurs il n'y a nul doute qu'un degré abſolu de froid congéleroit toutes les liqueurs. Or l'eſprit-de-vin ne ſe congele qu'au 29e degré au deſſous de zéro du thermometre de Réaumur; il y a donc encore de la chaleur au 28e degré, quoique, par le ſentiment déſagréable que nous éprouvons, nous l'appellions un froid cuiſant. Mais à ce même degré, & même fort au deſſous, le mercure eſt encore fluide; il ne ſe congele qu'au 170e degré au moins au deſſous de zéro: ainſi au 169e il y a encore de la chaleur: on a même fait deſcendre le thermometre juſqu'au 240e degré * de la diviſion de M. de Réaumur, & le mercure, apparemment plus pur, ne s'eſt figé qu'à

* On verra ailleurs comment on eſt venu à produire ce prodigieux degré de froid.

ce degré. Il n'eſt même pas probable que ce degré de froid ſoit le froid extrême. Il y a beaucoup de raiſons, trop longues à expoſer ici, d'après leſquelles on peut preſque aſſurer que ce degré abſolu de froid eſt au moins mille degrés plus bas que le zéro du thermometre de Réaumur.

Mais bornons-nous au 240e degré, & prenons-le comme celui de la privation abſolue de la chaleur; imaginons en conſéquence un thermometre dont le degré zéro ſoit placé à ce terme, ou ſubſtituons dans nos thermometres ordinaires le degré 240 à celui marqué vulgairement zéro, qui n'eſt que le degré de la congelation de l'eau: alors on aura au moins 250 degrés au terme que nous appelons *tempéré*. Or, en prenant le degré moyen de chaleur de l'été dans notre hémiſphere, on trouve qu'il n'excede pas 26 degrés au deſſus de la congelation de l'eau, & conſéquemment de 16 au deſſus du tempéré: ainſi nous avons pour ce degré de chaleur, le degré abſolu de 266. Le thermometre variera donc du tempéré au plus grand chaud, de la quantité de 16 degrés ſur 250; ce qui eſt un peu moins de la 15e partie.

On a trouvé de même, que le degré de froid moyen de l'hiver de notre hémiſphere ſeptentrional, eſt de 6 degrés au deſſous de la congelation, priſe au thermometre de Réaumur; c'eſt-à-dire 16 degrés au deſſous du tempéré: ainſi la diminution moyenne de la chaleur au deſſous du tempéré, laquelle eſt occaſionnée par la retraite du ſoleil, eſt auſſi d'un 15e environ de la chaleur marquée par le degré 10; d'où il ſuit que, de l'hiver à l'été, la variation de la chaleur n'eſt tout au plus que de $\frac{1}{8}$, ou comme de 7 à 8. Mais il eſt probable & très-probable, ainſi que M. de

Mairan l'a fait voir dans les *Mémoires de l'Académie* de 1765, & après lui M. de Buffon dans ſes Suppléments à ſon *Hiſtoire Naturelle*, il eſt, dis-je, très-probable que cette variation eſt dans un rapport beaucoup moindre.

Le premier la fixe à $\frac{1}{32}$, ou comme de 31 à 32, & le dernier à $\frac{1}{50}$, ou comme de 50 à 51. Mais bornons-nous à celui que nous avons trouvé, afin de partir d'un point entiérement démontré.

De tout cela que conclure? Le voici, & c'eſt une conſéquence à laquelle il eſt impoſſible de ſe refuſer. Il y a dans le globe de la terre un degré de chaleur conſtant, & qui eſt au moins 7 à 8 fois auſſi grand que celui que la préſence du ſoleil y ajoute, pendant qu'il l'éclaire de la maniere la plus avantageuſe pour l'échauffer. Voilà un feu ou un fonds de chaleur qu'on peut & qu'on doit appeler *central*. Il nous reſte à diſcuter ſon origine.

Suivant quelques phyſiciens, ce feu eſt uniquement l'effet des effervescences continuelles que les matieres minérales, renfermées dans le ſein de la terre, y cauſent en ſe rencontrant & ſe combinant les unes avec les autres. Le fer, qui paroît univerſellement répandu dans la nature, & colorer ſur-tout les terres argileuſes, fait, comme l'on ſçait, une effervescence violente avec l'acide vitriolique, qui eſt auſſi le plus univerſellement répandu. C'eſt-là, ſelon eux, ce qui excite & entretient dans les entrailles de la terre ce feu continu qui l'échauffe, & qui ſe manifeſte ſouvent par les exploſions des volcans, dont le nombre eſt encore conſidérable ſur la ſurface de la terre: ces volcans ne ſont, ſelon eux, que les cheminées & les ſoupiraux du feu central.

Il eſt difficile d'arguer abſolument de faux cette

opinion. Cependant il n'y a pas d'apparence qu'un feu de cette nature ſoit général dans les entrailles de la terre. Le nombre des volcans exiſtants ſur la ſurface de la terre, eſt trop peu conſidérable pour avoir une cauſe auſſi univerſelle ; il n'y en a même qu'un bien petit nombre qui brûle ſans ceſſe. Cependant le feu central, ſi c'eſt un vrai feu, doit être conſtant & perpétuel : il eſt donc à peu près néceſſaire de recourir à une autre cauſe.

En voici une qui nous a paru long-temps d'une grande probabilité. La chaleur centrale, ont dit quelques philoſophes, n'eſt autre choſe que la chaleur que le corps de la terre, continuellement échauffé par le ſoleil, a acquiſe par la préſence de cet aſtre. Nous rendrons cette idée ſenſible par l'expérience ſuivante.

Qu'on expoſe au devant d'un feu un globe de fer, qui faſſe ſur ſon axe ſa révolution dans un temps déterminé ; nous le ſuppoſerons d'abord refroidi au degré de la glace, ainſi que tout l'air environnant : l'impreſſion de ce feu échauffera d'abord la ſurface qui lui eſt expoſée, & la chaleur pénétrera peu à peu dans l'intérieur : enfin il eſt certain qu'après un grand nombre de révolutions, le globe parviendra à un degré de chaleur interne tel qu'il n'en acquerra plus, mais que la préſence de ce feu ne fera que lui conſerver ce qu'il a acquis.

On peut encore fort facilement concevoir que ce globe, ou ſon éloignement du feu, ſoit tel que ce degré de chaleur conſtant ne ſoit pas fort éloigné de celui de la congelation de l'eau.

Qu'arrivera-t-il dans ce cas ? Comme c'eſt toujours la ſurface des corps qui commence à perdre

la chaleur, parcequ'elle en perd plus par le contact de l'air, qu'il ne lui en eſt fourni par l'intérieur, il arrivera néceſſairement, ſi l'air environnant eſt à peu près au degré de la congelation, que la ſurface de ce globe qui ſera éclairée le plus obliquement, ou celle qui, dans une révolution un peu lente, ſe trouvera oppoſée au côté du feu, perdra un peu de ſa chaleur; & comme nous ſuppoſons la chaleur moyenne que le globe a pu acquérir peu éloignée du froid de la congelation, comme eſt celle de la terre, il pourra fort bien ſe faire que, dans ces endroits moins favorablement expoſés à l'action du feu, la ſurface y prenne un degré de froid égal à celui de la glace. Donc, s'il y avoit ſur la ſurface de ce globe quelque matiere, comme de la cire ou de l'eau, ſuſceptible de ſe fondre & ſe congeler alternativement, il arriveroit sûrement qu'elles éprouveroient ces alternatives; il pourroit même arriver qu'elles reſtaſſent continuellement glacées aux environs des pôles, qu'elles ſe fondiſſent & ſe congelaſſent alternativement dans les parties moyennes entre les pôles & l'équateur, & qu'elles reſtaſſent toujours fluides dans les environs de l'équateur du globe.

Or c'eſt-là ce qui ſe paſſe préciſément ſur la ſurface de la terre: expoſée depuis un grand nombre de ſiecles à la chaleur bénigne du ſoleil, elle en a été réchauffée juſques dans ſes entrailles, & ce n'eſt que cette chaleur intérieure qui eſt ce qu'on nomme *le feu central:* elle en reçoit perpétuellement une nouvelle quantité, qui lui rend ce que ſa ſurface en diſſipe par le contact de l'air moins échauffé. Enfin, de même que le globe de l'expérience précédente auroit, à quel-

ques lignes au deſſous de ſa ſurface, une chaleur qui reſteroit à peu près conſtante, de même le degré de chaleur qui regne à quelque profondeur au deſſous de la ſurface de la terre, eſt un degré à peu près conſtant *. Il n'y a pas d'autre myſtere à chercher dans cette matiere.

Mais nous avons bien de la peine à croire que la maſſe de la terre, privée de toute chaleur, & expoſée au ſoleil, eût jamais pu en recevoir juſqu'à ſon centre la chaleur dont elle paroît douée. Que de ſiecles, & de millions de ſiecles, n'auroit-il pas fallu à une chaleur auſſi foible que celle du ſoleil, pour fondre un océan tout glacial, & s'inſinuer juſques dans ſes entrailles! Nous croyons que la glace, qui eût été fondue même ſous la ligne par la préſence du ſoleil, eût été regelée pendant ſon abſence de douze heures; enſorte que ce globe, expoſé au ſoleil dans cet état, y eût reſté éternellement, ſi quelque autre cauſe puiſſante n'y eût mis tout-à-coup ce fonds de chaleur qui, en vivifiant la nature, rend la terre habitable, & ſuſceptible de végétation.

Il nous reſte une troiſieme cauſe de la chaleur centrale à examiner. C'eſt celle que lui aſſigne M. de Buffon.

Suivant ce philoſophe célebre, la Terre & les autres planetes circonſolaires ont autrefois fait partie du Soleil; elles ont été arrachées de ſa ſurface par une comete qui, en la ſillonnant, en a projeté des fragments à différentes diſtances. Comme ils étoient en fuſion, chacun a dû néceſ-

* Nous diſons *à peu près*; car je ne connois guere d'autre obſervation du thermometre dans des lieux ſouterrains, que celle faite dans les caves de l'Obſervatoire de Paris.

ſairement s'arrondir, en vertu des loix de la gravitation univerſelle. Les morceaux un peu conſidérables, comme Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, ont reçu par cette projection une direction tangentielle, qui, combinée avec la force attractive du Soleil, leur a fait décrire autour de cet aſtre des orbites plus ou moins allongées. Celles de ces nouvelles planetes, enfin, qui ont eu par haſard dans leur voiſinage de plus petits fragments, les ont en quelque ſorte ſubjugués; & ces petits fragments, tournant autour des plus gros en vertu des mêmes loix, ſont devenus leurs ſatellites. C'eſt ainſi que notre globe, Saturne, Jupiter, ont acquis les lunes qui les accompagnent.

En partant de cette génération de la Terre & des planetes circonſolaires, il eſt clair que ces globes ont d'abord été fluides; & ceci explique à ravir leur formation en ſphéroïdes applatis: car il faut néceſſairement que la Terre & les autres planetes aient été pendant quelque temps, ou dans un état de fuſion, ou comme une pâte à demi fluide, pour que leur mouvement diurne leur ait donné la forme qu'elles ont. Mais partons de leur état hypothétique de fuſion. Des maſſes auſſi conſidérables que Vénus, la Terre, &c. n'ont pu aſſurément ſe refroidir dans un jour, ni dans une année, ni même dans vingt ſiecles. Elles ont paſſé d'abord de l'état de fuſion à l'état de ſolidité; elles ont reſté encore long-temps imprégnées d'une quantité de feu qui les rendoit inhabitables; enfin peu-à-peu leur ſurface s'eſt refroidie, au point de n'avoir plus que la chaleur néceſſaire pour ne point incommoder les animaux, & pour être ſuſceptible de végétation. L'intérieur de la Terre conſerve

conſerve encore un degré de chaleur plus conſidérable que la ſurface, & qui doit même aller en augmentant juſqu'au centre : voilà le feu central. Mais, par une ſuite néceſſaire de la cauſe de ce feu, il doit aller toujours en diminuant, & nous perdons chaque jour quelque peu de cette chaleur. Il ſemble en effet que la fertilité de la terre diminue de jour en jour, ainſi que les forces de la nature, ſoit dans la vitalité des hommes, ſoit dans leur maſſe & leur vigueur. On ne peut cependant pas encore démontrer cette diminution ; il y a trop peu de temps que nous poſſédons un inſtrument propre à meſurer la chaleur : à peine même y a-t-il cinquante ans qu'on a des thermometres comparables. Mais ſi, dans 500 ans d'ici, par exemple, on trouve dans les caves de l'Obſervatoire, que la chaleur conſtante qu'on y obſerve n'eſt plus que de 7 à 8 degrés, au lieu de $9\frac{3}{4}$ qu'elle eſt aujourd'hui, le refroidiſſement ſucceſſif de la maſſe de la terre ſera un fait dont il n'y aura plus moyen de douter, quelle que ſoit l'origine de cette chaleur & la cauſe de ſa déperdition.

Cependant nous ne pouvons diſſimuler, malgré notre reſpect pour le philoſophe illuſtre & l'éloquent auteur de cette idée, qu'il y a ſur cette formation des planetes quelques difficultés qu'il n'eſt pas aiſé de réſoudre.

1° Si les planetes ont été formées de cette maniere, on ne conçoit pas d'où vient les cometes auroient une autre origine ; & ſi les dernieres ſont originairement des planetes circulantes autour du Soleil, on ne voit pas qu'il en eût coûté davantage à la Cauſe ſouveraine qui a arrangé l'univers, de former les planetes de la même maniere.

2° Il paroît difficile de concilier avec les loix du mouvement & celles de la gravitation universelle, la poſition & les dimenſions des orbites de ces nouvelles planetes ; car, d'après ce qui a été démontré par Newton & par d'autres, puiſqu'elles ſont parties du Soleil par une ligne à peu près tangente à ſa ſurface & d'un point de ſa ſurface, elles devroient à chaque révolution paſſer par le même point : c'eſt cependant ce qui n'arrive pas ; au contraire, les orbites des planetes ſont preſque circulaires.

Il paroît auſſi que, dans cette projection, les plus groſſes maſſes n'euſſent pas dû aller le plus loin, & décrire les plus grands cercles : ce devroit être, ce ſemble, les plus petites planetes qui ſe ſeroient le plus éloignées du Soleil ; car ſi une force quelconque jette *promiſcuè* pluſieurs corps d'inégale groſſeur, ce ſeront les plus petits qui ſeront lancés avec le plus de viteſſe.

Au reſte l'effet d'une pareille projection eſt incalculable ; & l'on pourroit dire d'ailleurs, qu'en même temps que la comete dont il s'agit a ſillonné la ſurface du Soleil, elle lui a communiqué une impulſion qui l'a fait changer de place. En effet, cette comete qui a pu entraîner des maſſes telles que toutes les planetes à-la-fois, devoit être d'une maſſe énorme, & a bien pu, venant choquer le Soleil avec une viteſſe immenſe, déplacer un peu cet aſtre qui eſt au centre de notre ſyſtême dans une ſorte d'inertie.

REMARQUE.

QUEL que ſoit le ſort de ces idées, voici quelques conſéquences que M. de Buffon tire de ſon ſyſtême ſur la formation de la Terre, & qui

ſont trop curieuſes pour ne pas trouver place ici.

M. de Buffon, partant de ſes principes ſur la formation de la Terre & des planetes, a fait une ſuite très-curieuſe d'expériences, pour déterminer dans quel rapport ſe fait le refroidiſſement des maſſes différentes de matiere, eu égard à leur nature & à leur groſſeur; & de ces expériences il conclud,

Qu'un globe tel que Mercure a dû mettre 2127 ans à ſe conſolider juſqu'au centre, 24813 à ſe refroidir au point de pouvoir être touché, 54192 à ſe refroidir au point de la température actuelle, & enfin qu'il lui faut 187775 ans pour ſe refroidir de maniere à n'avoir plus que la 25e partie de la température actuelle : c'eſt ce que, pour abréger, nous appellerons 1ere, 2e, 3e, 4e époques.

Que Vénus a dû employer 3596 ans dans la premiere, 41900 à la ſeconde, 91600 à la troiſieme, & 228540 à la quatrieme.

Que la Terre en a employé à la premiere 2936, à la ſeconde 34270; que la durée de la troiſieme époque a été de 74800 ans; enfin que, 168125 ans après, il n'y aura plus qu'un 25e de la chaleur actuelle.

Ainſi donc la Terre exiſteroit déja depuis 112 mille ans; d'où il ſuit qu'à l'heure qu'il eſt, il y a déja 30000 ans que Mercure a paſſé le degré de la température actuelle de la Terre, & qu'il a même déja perdu environ 6 degrés ſur les 25 qui lui reſtoient.

La Lune n'a mis que 644 ans à la premiere époque, 7515 à la ſeconde, 16409 à la troiſieme, & 72514 à la quatrieme.

Ainſi il y a déja 15000 ans que la Lune eſt re-

froidie au point de n'avoir même pas la 25e partie de notre chaleur actuelle. Il n'eſt pas étonnant qu'elle ſe préſente à nous comme un amas de glace, & qu'il n'y ait ſur elle aucune apparence de nature vivante. Si elle a eu des habitants, il y a long-temps qu'ils ſont gelés.

Mars a mis 1130 ans à ſe conſolider juſqu'au centre, 13000 ont été employés dans la ſeconde époque, 28538 à la troiſieme, & 60300 à la quatrieme : il y a conſéquemment auſſi déja 9 à 10 mille ans qu'il n'eſt plus bon à rien.

Quant à Jupiter, il eſt dans un cas bien différent : il a dû employer 9400 ans à ſa premiere époque ; il lui en faut 110000 pour la ſeconde. Or il ya 112000 ans ſeulement que la Terre eſt formée, ainſi que Jupiter : conſéquemment il faut encore 7 à 8 mille ans avant que Jupiter ſoit refroidi au point de pouvoir mettre les pieds deſſus ſans ſe brûler. Parvenu à cette époque, il lui faudra 240400 ans pour venir à notre température actuelle, & enfin 483000 pour perdre à peu près toute chaleur. Voilà un beau globe, qui commencera ſeulement à être habité quand nous ſerons abſolument engourdis par le froid. Ainſi va le monde.

Saturne enfin a mis 5140 ans à ſe durcir juſqu'au centre, 59900 à pouvoir être touché ; la durée de ſa troiſieme époque doit être de 130800 ans, & cette troiſieme époque court pour lui depuis environ 47000 ans, enſorte que ce ne ſera que dans 84000 ans qu'on y éprouvera la température actuelle de la Terre.

Nous ne dirons qu'un mot des ſatellites des deux dernieres planetes. Ils ſont la plupart en état de pleine habitabilité & végétation : il faut ſeule-

ment en excèpter le 4e de Jupiter, qui eſt déja avancé dans ſa quatrieme époque; le 3e de Saturne, eſt à peu près au même degré que la Terre, un peu plus chaud néanmoins; le 4e eſt déja fort avancé dans ſa quatrieme époque, & le 5e ne doit plus être qu'une maſſe de glace depuis près de 50000 ans.

PROBLÊME XXVI.

Meſurer les variations de peſanteur de l'air: Conſtruction du Barometre.

LE barometre eſt encore un de ces inſtruments dont la découverte, due au ſiecle dernier, eſt une des plus remarquables de ce ſiecle, fertile en idées heureuſes. Il eſt devenu trop commun pour ne pas exiger que nous ne tardions pas davantage à préſenter à nos lecteurs quelques-uns des traits principaux relatifs à cette partie de la phyſique, d'ailleurs aſſez élémentaire pour n'avoir rien que d'amuſant & facile à comprendre.

On a donné le nom de barometre, à l'inſtrument qui ſert à reconnoître les variations de la peſanteur de l'air. Son nom vient des deux mots grecs, βαρος & μετρειν, dont le premier ſignifie *peſant*, & le ſecond *meſurer*. L'invention en eſt due au célebre diſciple de Galilée, Torricelli, à qui il ſervit principalement à démontrer la peſanteur de l'air au milieu duquel nous vivons & que nous reſpirons. Mais ce fut Paſcal qui ſoupçonna & reconnut ſes variations, au moyen de la fameuſe expérience du Puy-de-Domme, qu'il engagea ſon beau-frere de faire ſur cette montagne voiſine de Clermont. Elle lui ſervit à mettre dans un nouveau jour la peſanteur

de l'air, que quelques esprits faux s'obstinoient à nier, malgré l'expérience de Torricelli.

Il est aisé de se former un barometre sans beaucoup de peine. Ayez un vase de quelques pouces de profondeur, qui soit rempli de mercure ou de vif-argent; ayez encore un tube de verre de 30 ou 35 pouces de longueur, hermétiquement fermé par un bout. Après l'avoir renversé, c'est-à-dire mis en bas le bout fermé, rempliſſez-le de mercure jusqu'à son orifice; appliquez-y le bout du doigt, & redressant le tuyau, plongez le bout ouvert dans le mercure du vase, & retirez le doigt, pour permettre au mercure du tube la communication avec celui du vase: la colonne de mercure contenue dans le tube s'abaissera, de maniere néanmoins que son extrémité supérieure restera d'environ 27 pouces, plus ou moins, au dessus du niveau du mercure du vase, si l'expérience est faite à une petite hauteur seulement au dessus du niveau de la mer. Vous aurez un barometre construit. Et si, par quelque invention, vous rendez immobile ce tube ainsi plongé dans le vase, vous verrez, suivant les différentes constitutions de l'atmosphere, le bout de la colonne de mercure se balancer entre 26 & 28 pouces de hauteur.

Voilà le barometre le plus simple, & tel qu'il sortit d'abord des mains de Torricelli. On a depuis imaginé, pour plus de commodité, de prendre un tube de verre de 33 à 36 pouces environ de longueur, de le boucher hermétiquement par un bout, & de recourber l'autre, après l'avoir dilaté à la lampe d'émailleur, de maniere qu'il ressemble à une fiole, ainsi qu'on voit dans la figure. On remplit le tube de mercure, en l'incli-

nant & le renverſant à pluſieurs repriſes ; & après l'avoir redreſſé, on fait enſorte qu'il n'en reſte dans la fiole inférieure que juſque vers le milieu de ſa hauteur, comme AB. La différence entre la ligne CAB & la ligne DE, à laquelle ſe ſoutient le mercure, eſt la hauteur de la colonne qui fait contre-poids avec l'atmoſphere, ainſi qu'il eſt aiſé de voir. Enfin l'on attache ce tube de verre ainſi rempli de mercure, contre une planche plus ou moins ornée, & vers le haut on diviſe en lignes l'intervalle du 26 au 28e pouce au deſſus de CB ; on y inſcrit à diſtances égales, en commençant par la ligne de 28 pouces, *beau-fixe*, *beau*, *variable*, *pluie*, *tempête* : on a un barometre conſtruit. C'eſt à peu près ainſi que ſont faits ceux qu'on débite vulgairement ; mais il y a quelques précautions à prendre pour qu'ils ſoient bons. Pl. 3, fig. 16.

1° Il faut que la fiole ou réceptacle inférieur du mercure, ait un diametre beaucoup plus conſidérable que celui du tuyau vers le haut ; car il eſt aiſé de voir qu'autrement la ligne AB variera ſenſiblement, à meſure que le mercure hauſſera & baiſſera ; ſinon il faut y avoir égard.

2° Il faut que le mercure ſoit purifié d'air autant qu'il eſt poſſible, ou du moins juſqu'à un certain point ; & que le tube ait été chauffé & frotté en dedans pour en chaſſer l'humidité & les ordures qui s'y amaſſent d'ordinaire, autrement il s'en dégagera de l'air, qui, occupant le haut du tuyau, y formera par ſon élaſticité un petit contre-poids à la peſanteur de l'atmoſphere, & fera que la colonne ſe tiendra plus bas qu'elle ne devroit. Cet air, ſe dilatant auſſi par la chaleur, fera contre la colonne de mercure un plus grand effort, enſorte que ſes mouvements dépen-

dront à-la-fois & de la chaleur & de la peſanteur de l'air, tandis qu'ils ne doivent dépendre que de la derniere cauſe.

PROBLÊME XXVII.

La ſuſpenſion du mercure dans le Barometre, dépend-elle de la peſanteur ou de l'élaſticité de l'air?

ON ne parle ici de cette queſtion, que parcequelle eſt agitée dans quelques livres de phyſique, où même on décide que le phénomene doit être attribué au reſſort & non à la peſanteur de l'air. L'analyſe ſuivante fera ſentir combien ceux qui penſent ainſi raiſonnent mal.

Il y a deux cas dans cette queſtion. Dans l'un, on ſuppoſe le barometre expoſé à l'air libre, & c'eſt proprement celui dont il s'agit. Dans l'autre, il eſt renfermé dans une chambre tellement cloſe que l'air ne ſçauroit y pénétrer, ou ſous un récipient de la machine pneumatique, qui interdit tout accès à l'air.

Dans ce ſecond cas, il eſt bien évident que la cauſe de la ſuſpenſion du mercure eſt uniquement le reſſort de l'air; mais étendre cela au cas où le barometre eſt expoſé à l'air libre, c'eſt, nous l'oſons dire, raiſonner d'une maniere peu digne d'un phyſicien.

En effet, pour reconnoître à laquelle des deux cauſes on doit attribuer la ſuſpenſion du mercure dans le barometre expoſé à l'air libre, ſuppoſons que l'air fût privé de ſon poids ou de ſon reſſort, & examinons ce qui arriveroit.

Si l'air étoit privé de ſon reſſort, il eſt évident

qu'il retomberoit ſur lui-même, & formeroit autour de la Terre une eſpece d'océan d'un fluide d'une nature particuliere, qui, au lieu d'avoir comme l'atmoſphere pluſieurs milliers de toiſes de hauteur, en auroit beaucoup moins; mais il auroit toujours le même poids, comme un ballot de crin qui a perdu ſon élaſticité & ſon volume, ne peſe pas moins que lorſque, par l'effet de ſon reſſort, il occupoit beaucoup d'eſpace. Ainſi le mercure d'un barometre plongé au fond de ce fluide, n'en ſeroit ni plus ni moins preſſé; il ſe ſoutiendroit à la même hauteur.

Feignons, au contraire, maintenant que l'air, conſervant ſon reſſort, perde ſa peſanteur. Qu'arriveroit-il? Alors les parties de l'air n'éprouvant plus aucune réſiſtance à s'écarter les unes des autres, leur reſſort enfin n'étant plus comprimé par la force du poids qui réſulte des parties ſupérieures ſur les inférieures, l'air ſe diſſiperoit ſans exercer aucune action ſur la colonne de mercure, à moins qu'on n'imaginât au haut de l'atmoſphere une voûte tranſparente, contre laquelle le reſſort de l'air fût appuyé; ce qui ſeroit ridicule: car un reſſort a beſoin, pour agir par une de ſes extrémités, d'être appuyé par l'autre. Or ce qui appuie, ce qui bande le reſſort de l'air, n'eſt autre choſe que ſon poids.

Puiſque donc l'air, dénué de poids & doué de tout le reſſort poſſible, n'auroit aucune action ſur le mercure du barometre; qu'au contraire, en lui laiſſant ſon poids & lui ôtant ſon reſſort, il le ſoutiendroit également, je demande à quelle cauſe il faut attribuer cette ſuſpenſion? La réponſe eſt facile, & je puis me diſpenſer de la donner.

PROBLÊME XXVIII.

Uſage du Barometre pour reconnoître l'approche du beau ou du mauvais temps, & précautions à prendre à ce ſujet pour n'être pas induit en erreur.

UN des principaux uſages des barometres, eſt de ſervir à reconnoître l'approche du beau ou du mauvais temps. L'expérience a en effet appris que l'aſcenſion du mercure au deſſus de ſa hauteur moyenne, étoit ordinairement ſuivie du beau temps; & qu'au contraire, lorſqu'il baiſſoit au deſſous de cette hauteur, cela indiquoit la continuation ou l'approche de la pluie. Cela n'eſt cependant pas abſolument général & infaillible. Le vent a auſſi beaucoup d'influence ſur l'aſcenſion ou la deſcente du mercure dans le barometre; c'eſt pourquoi nous croyons à propos de donner ici quelques regles, fondées ſur l'obſervation, leſquelles peuvent ſervir à porter un jugement plus aſſuré ſur les indications de cet inſtrument.

1. L'élévation du mercure annonce en général le beau temps, & ſon abaiſſement eſt auſſi en général l'avant-coureur du mauvais temps, comme pluie, neige, grêle, ou orage.

2. Dans un temps très-chaud, l'abaiſſement prompt du mercure annonce la tempête & le tonnerre.

3. En hiver, l'élévation du mercure préſage la gelée; & dans le temps de la gelée, ſi le mercure deſcend de 3 ou 4 lignes, cela annonce du dégel; mais, dans une gelée continue, s'il monte, il y aura certainement de la neige.

4. Lorſque le mauvais temps ſuccede auſſi-tôt

à l'abaiſſement du mercure, ce mauvais temps ne ſera pas de durée ; & ce ſera la même choſe à l'égard du beau temps, s'il ſuccede promptement à l'élévation du mercure.

5. Mais dans le mauvais temps, lorſque le mercure s'éleve beaucoup, & qu'il continue de le faire pendant deux ou trois jours avant que le mauvais temps ſoit paſſé, on peut s'attendre à un changement de temps en beau, qui ſera de durée.

6. Dans le beau temps, quand le mercure tombe fort bas, & qu'il continue ainſi pendant deux ou trois jours avant que la pluie vienne, on eſt fondé à préſager que cette pluie ſera longue, grande, & accompagnée de grand vent.

7. Le mouvement incertain du mercure annonce auſſi un temps incertain & variable.

Telles ſont les regles que le docteur Déſaguliers donne, d'après les obſervations ſuivies du ſieur Patrick, excellent faiſeur de barometres, à Londres.

Il n'y a cependant nul doute qu'elles ne ſoient encore ſujettes à quelques exceptions.

Il eſt reconnu, par exemple, que, dans les pays ſitués entre les Tropiques, le barometre n'a preſque aucune variation ; il s'y ſoutient toujours, au bord de la mer, à 28 pouces, plus ou moins quelques lignes. C'eſt un phénomene difficile à expliquer, & je n'en connois aucune raiſon bien ſatisfaiſante, pas même celle que tente d'en donner le célebre M. Halley. On ſe tromperoit donc, ſi on appliquoit les regles ci-deſſus aux obſervations du barometre porté dans ces pays-là.

Il arrive auſſi quelquefois que l'abaiſſement du mercure ſe paſſe ſans pluie ; mais alors il regne

ſinon dans le bas, du moins dans le haut de l'atmoſphere, un vent conſidérable; car M. Hauksbée a imaginé une expérience par laquelle il produit artificiellement cet effet ſur le barometre.

PROBLÊME XXIX.

Comment ſe fait-il que la plus grande hauteur du Barometre annonce le beau temps, & que la moindre annonce la pluie prochaine ou mauvais temps?

Si l'on n'étoit pas inſtruit de la marche du barometre, ſi l'on ne ſçavoit pas que l'aſcenſion du mercure arrive d'ordinaire quand le ciel eſt bien ſerein & que l'air eſt bien pur, qu'au contraire ſa deſcente eſt ordinairement le précurſeur de la pluie, il n'eſt perſonne qui n'en jugeât autrement, & qui ne pensât que le mercure devroit baiſſer quand l'air eſt ſerein & pur, & qu'il devroit monter quand l'air eſt chargé & imprégné de vapeurs: car il eſt naturel, & preſque indiſpenſable, de croire que l'air pur & ſerein eſt plus léger qu'un air qui tient beaucoup de vapeurs en diſſolution. La marche du mercure dans le barometre, eſt pourtant toute contraire à celle-là: auſſi eſt-ce un phénomene qui a beaucoup occupé les phyſiciens, & ſans ſuccès; car toutes leurs explications ſe renverſent les unes les autres; aucune ne ſoutient l'examen & la diſcuſſion.

Quelques phyſiciens ont dit: L'air n'eſt jamais plus ſerein & plus tranſparent que quand il eſt bien chargé de vapeurs, ou du moins quand elles y ſont parfaitement diſſoutes ou combinées avec lui; car c'eſt le propre des diſſolutions parfaites,

que d'être tranſparentes : il n'eſt donc pas étonnant que le mercure, plus chargé, monte alors. Mais dès que quelque cauſe fait ſéparer de l'air les vapeurs aqueuſes, elles troublent ſa tranſparence, & elles commencent à ſe précipiter ; elles ne font plus partie de ſon poids, puiſqu'elles n'y ſurnagent pas ; il eſt ſoulagé de leur peſanteur : &, pour prouver cela, ils s'autoriſent de l'expérience célebre du docteur Rammazini, que voici.

On prend un vaſe étroit & de pluſieurs pieds de hauteur ; on le remplit d'eau, & l'on place deſſus un morceau de liege, auquel eſt ſuſpendu par un filet un poids de plomb, enſorte que le tout ſurnage. Ce vaſe ainſi préparé, on le place ſur un baſſin de balance, & l'on charge l'autre de maniere à établir l'équilibre. Les choſes étant en cet état, on coupe le filet qui tenoit le plomb attaché au liege : il tombe ; & l'on obſerve, dit-on, que pendant tout le temps de ſa chute ce côté de la balance en eſt allégé, & que l'autre l'emporte : d'où, conclud-on, il eſt évident que, pendant qu'un poids tombe dans un fluide, il n'en charge pas la baſe ; donc, pendant que les vapeurs de l'air raſſemblées ſe précipitent, ou dès qu'elles commencent à ſe précipiter, l'air eſt plus léger, & le mercure en eſt moins chargé.

Tout ce raiſonnement, qui eſt de Leibnitz, eſt fort ingénieux. Mais malheureuſement cette expérience de Rammazini prouve ſeulement que le baſſin de la balance eſt déchargé pendant la chute du poids, mais elle ne prouve pas que le fond du vaſe eſt déchargé de la quantité du poids qui tombe ; car ce ſont-là deux choſes bien différentes. Il faut donc recourir à une autre explication.

Pour nous, nous ſommes perſuadés avec M.

de Luc *, d'après le peu de ſuccès de toutes les explications données juſqu'à préſent, qu'il n'y a pas d'autre cauſe de l'abaiſſement du barometre à l'approche de la pluie, que la diminution de la peſanteur de l'air, lorſqu'il eſt ſaturé de vapeurs aqueuſes.

Nous croyons, dis-je, que l'air n'eſt jamais plus peſant que quand il eſt très-pur, & nous ſommes portés à penſer ainſi par diverſes raiſons.

Les vapeurs qu'on voit nager ſous la forme d'un nuage dans l'atmoſphere, ne ſont qu'une diſſolution de l'eau par l'air : tant que cette combinaiſon eſt imparfaite, elle n'a qu'une demi-tranſparence, comme cela arrive dans toutes les diſſolutions. Or nous voyons dans cet état les vapeurs monter dans l'air. Que peut-on en conclure autre choſe, ſinon que ces vapeurs ſont plus légeres que l'air ? Or qu'eſt-ce qu'un air chargé d'eau, ſinon un air dans lequel une très-grande quantité de ces vapeurs ſe ſont intimement noyées & combinées ? On doit donc conclure l'état de l'air ainſi chargé de vapeurs, quant à la peſanteur, de celui de ces vapeurs elles-mêmes ; &, puiſqu'elles ſont plus légeres que l'air dans lequel elles montent, on doit en tirer la conſéquence que l'air dans lequel elles ſont diſſoutes, eſt plus léger que l'air pur.

Mais comment, dira-t-on, concevoir que l'air combiné avec un fluide plus peſant que lui, en devienne plus léger ? Je répondrai à cela, que ſi cette combinaiſon n'étoit qu'une interpoſition des parties de l'eau entre celles de l'air, comme on pouvoit le croire autrefois, & avant les lumieres

* *Traité des Barometres, Thermometres, &c.* Geneve, 1770, 2 vol. in-4°.

que la chimie a jetées ſur nombre de queſtions de la phyſique ordinaire, cela ſeroit impoſſible. Mais ce n'eſt point-là le mécaniſme des diſſolutions ou combinaiſons de corps entr'eux : chaque particule du diſſolvant ſe combine avec chaque particule du corps diſſous ; & cela ſe fait ici probablement par l'intermede du feu, incomparablement plus léger que l'air & l'eau. On ne peut donc conclure la peſanteur des particules compoſées, de celles des particules ſéparées. D'ailleurs, dans cet état de combinaiſon, elles peuvent être douées d'une plus grande force de répulſion ; & cela même paroît aſſez probable, puiſque l'expanſibilité de l'eau réduite en vapeurs eſt immenſe. Il n'y a donc nulle abſurdité à avancer que l'air chargé de vapeurs, ſoit plus léger que l'air pur. On le démontrera peut-être quelque jour *à priori*, par des procédés chimiques ; & ſi cela eſt, l'on ſera alors bien ſurpris de l'embarras où l'on a été juſqu'à préſent pour expliquer la deſcente du mercure dans le barometre aux approches de la pluie.

PROBLÊME XXX.

Du Barometre compoſé ou réduit.

ON a vu plus haut qu'il falloit une colonne de mercure de 28 pouces de hauteur environ pour contrebalancer le poids de l'atmoſphere ; d'où il réſulte que le barometre ſimple ne peut avoir moins de 28 pouces de hauteur, à moins qu'on ne trouvât un fluide plus peſant que le mercure. Comme cette longueur a paru incommode, on a cherché à la raccourcir, dans la vue, à ce qu'il ſemble, de renfermer le barometre dans la même bordure

que le thermometre, auquel on peut ne donner, ſi l'on veut, qu'une dimenſion beaucoup moindre. Voici comment on y eſt parvenu.

Tout le fondement de la conſtruction de ces ſortes de barometres, conſiſte à oppoſer pluſieurs colonnes de mercure contre une d'air, enſorte que ces colonnes, priſes enſemble, aient environ les 28 pouces de longueur qu'une ſeule doit avoir pour faire équilibre avec le poids de l'atmoſphere. Il faut conſéquemment diviſer la longueur ordinaire de la colonne de mercure, ou 28 pouces, par la hauteur dont on veut faire le barometre; le quotient donne le nombre des colonnes de mercure qu'il faut oppoſer au poids de l'air.

Ainſi, veut-on avoir un barometre qui n'ait que 15 à 16 pouces de longueur, on le formera de trois branches de verre, jointes enſemble par quatre renflements cylindriques; deux de ces tuyaux ſeront remplis de mercure, & communiqueront enſemble au moyen de la troiſieme, qui doit être remplie d'une liqueur plus légere. La *fig. 17* met ce mécaniſme ſous les yeux. On y voit trois branches du barometre, dont la premiere
Pl. 3, de D en E, eſt remplie de mercure; la ſeconde
fig. 17. de E en F, eſt remplie moitié d'huile de tartre colorée, moitié d'huile de karabé; enfin la troiſieme de F en G, eſt remplie de mercure. Ainſi c'eſt la même choſe que ſi ces deux colonnes de mercure étoient miſes l'une ſur l'autre; car on voit aiſément que la colonne FG de mercure peſe, au moyen de la colonne FE de renvoi, ſur la premiere, préciſément comme ſi elle étoit au deſſus. Dans cette eſpece de barometre, c'eſt la ſéparation des deux liqueurs contenues dans la branche EF, qui ſert à marquer les variations du poids

poids de l'air ; & c'eſt pour cela qu'il faut que ces liqueurs ſoient de deux couleurs différentes, comme auſſi de différentes peſanteurs ſpécifiques, afin qu'elles ne ſe mêlent pas.

Pour remplir ce barometre, il faut boucher l'ouverture A, mettre du mercure dans les deux branches latérales par l'ouverture B ; enſuite verſer les liqueurs dans la branche du milieu par la même ouverture ; après quoi on la bouchera hermétiquement.

Si l'on vouloit conſtruire un barometre qui n'eût que 9 à 10 pouces de hauteur, on diviſeroit 28 par 9, ce qui donneroit 3 : ainſi il faudroit trois branches de mercure de 9 à 10 pouces, avec deux branches de communication, remplies d'huile de tartre & de karabé. La *fig. 18* met ce barometre à cinq branches ſous les yeux. Il eſt bon d'obſerver que la hauteur de chaque branche ne ſe doit eſtimer que par la différence du niveau de la liqueur dans le réſervoir d'en haut & dans celui d'en bas. Pl. 3, fig. 18.

Cette conſtruction, qui eſt due à M. Amontons, a, il eſt vrai, l'avantage de diminuer la hauteur embarraſſante du barometre, & de le rendre plus propre à figurer dans certaines circonſtances comme ornement ; mais il faut remarquer que c'eſt aux dépens de ſon exactitude. M. de Luc, l'homme qui a le plus étudié les barometres, & qui en a le mieux traité *, nous aſſure qu'il n'a jamais pu avoir un inſtrument ſemblable qui fût médiocrement bon. La colonne intermédiaire agit en effet comme thermometre ; & ceux qui ont

---

Voyez Traité des Barometres, &c.

entrepris de prouver que cela ne nuiſoit pas à l'exactitude, ne faiſoient pas attention que leur raiſonnement n'eſt vrai qu'autant que la ligne de ſéparation des deux couleurs eſt dans le milieu de la hauteur du tube.

PROBLÊME XXXI.

Quel eſpace occuperoit un pouce cube d'air, tranſporté à la hauteur d'un demi-diametre terreſtre ?

NOUS avons déja fait connoître cette propriété de l'air, qui eſt une ſuite de ſon élaſticité, & qui conſiſte en ce que, chargé d'un poids double, il ſe réduit à un volume de moitié, & ainſi proportionnellement, du moins autant que les expériences faites juſqu'à ce moment peuvent aller. Par la même raiſon, lorſqu'on le décharge de la moitié du poids qu'il ſupporte, il occupe un eſpace double, & un eſpace quadruple quand il n'a que le quart du même poids à ſupporter. Ainſi, par exemple, lorſque, montant ſur une montagne, on trouve que le mercure a baiſſé de la moitié de la hauteur qu'il avoit dans la plaine, on en conclud que, déchargé de la moitié du poids qu'il ſupportoit en bas, il eſt dilaté du double, ou que la couche d'air où l'on eſt n'a de denſité que la moitié de celle qu'a l'air du bas de la montagne; car la denſité eſt en raiſon inverſe de l'eſpace qu'occupe la même quantité de matiere.

Cette loi de la dilatation de l'air, en raiſon inverſe du poids dont il eſt chargé, a mis les géometres en état de démontrer qu'à meſure qu'on s'éleve dans l'atmoſphere, la denſité décroît, ou la raréfaction croît, dans une progreſſion géomé-

trique, tandis que les hauteurs auxquelles on s'éleve, croiſſent en progreſſion arithmétique. Ainſi donc, ſi l'on ſçait une fois à quelle hauteur il faut s'élever pour avoir, par exemple, un air raréfié d'un quart, ou réduit aux trois quarts de ſa denſité au bord de la mer, on ſçaura qu'à une hauteur double ſa denſité ſera le quarré de $\frac{3}{4}$, ou $\frac{9}{16}$; à une triple, ce ſera le cube, ou $\frac{27}{64}$ &c; enfin, à une hauteur centuple, ce ſera la 100e puiſſance de $\frac{3}{4}$, &c. Ou bien, ſi l'on ſçait par expérience quel eſt le rapport de la denſité de l'air à la hauteur de mille toiſes ou un mille, avec la denſité de l'air au bord de la mer, & que l'on nomme ce rapport D, on aura D^2 pour l'expreſſion de ce rapport à 2 milles de hauteur; à 3 milles, ce ſera D^3, &c. & à n milles ce ſera D^n.

Or on ſçait par l'expérience, qu'à mille toiſes d'élévation perpendiculaire au deſſus du niveau de la mer, la hauteur du mercure qui, au bord de la mer, étoit de 28 pouces ou 336 lignes, n'eſt plus que de 22 pouces 4 lignes, ou exprimé par la fraction $\frac{268}{336}$, l'unité étant la hauteur totale; d'où il ſuit que le rapport de la denſité de l'air à celle du bord de la mer, eſt exprimé par cette même fraction de l'unité: conſéquemment, pour trouver quel ſeroit ce rapport à la hauteur d'un demi-diametre terreſtre, il faut d'abord ſçavoir combien de milles il y a dans ce demi-diametre. On en trouve 3000, en le ſuppoſant ſeulement de 1500 lieues de 2000 toiſes chacune. Il faut donc élever cette fraction $\frac{268}{336}$ ou $\frac{67}{84}$, à la 3000e puiſſance; ce qu'on peut faire aiſément par le moyen des logarithmes: car, prenant le logarithme de $\frac{67}{84}$, qui eſt -0.0982045, & le multipliant par 3000, on aura pour logarithme du

nombre cherché, celui-ci, —294.6135000; ce qui indique d'abord que ce nombre eſt au moins compoſé de 295 chiffres. Ainſi l'on peut dire que la denſité de l'air que nous reſpirons à la ſurface de la terre, eſt à celle qu'auroit l'air à la hauteur d'un demi-diametre terreſtre, comme un nombre de 295 chiffres à l'unité. Il eſt ſuperflu de faire un calcul pour prouver que la ſphere même de Saturne ne comprend pas autant de pouces cubes qu'en exprime ce nombre, & conſéquemment qu'un pouce cube d'air, tranſporté à un demi-diametre terreſtre au deſſus de ſa ſurface, s'y étendroit de maniere à occuper un eſpace plus grand que la ſphere de Saturne.

Nous nous bornerons à remarquer ici que cette rareté ſeroit même encore plus grande, par la raiſon ſuivante. Nous avons ſuppoſé la peſanteur uniforme, ce qui n'eſt pas exact; car la peſanteur décroiſſant en raiſon inverſe de la diſtance au centre, il s'enſuit qu'à meſure qu'on s'éleve au deſſus de la ſurface de la terre, cette peſanteur diminue; enſorte qu'à un demi-diametre au deſſus, elle n'eſt plus qu'un quart de ce qu'elle eſt à la ſurface de la terre : chaque couche d'air ſera donc moins chargée par les couches ſupérieures, puiſqu'elles peſeront moins à même hauteur que dans la ſuppoſition précédente : ainſi l'air ſera plus dilaté. Newton a enſeigné la maniere d'en faire le calcul, mais nous l'omettons pour abréger.

REMARQUE.

L'EXTRÊME rareté de l'air à une diſtance de la terre auſſi médiocre, peut ſervir à prouver l'extrême ténuité de la matiere qui remplit les eſpaces céleſtes; car, quand même cette denſité ſeroit

par-tout telle qu'on vient de voir qu'elle eſt à un demi-diametre de la terre, il eſt aiſé de voir combien peu les corps planétaires peuvent perdre de leur mouvement en traverſant ces eſpaces. La Lune ne ſçauroit, depuis pluſieurs milliers d'années qu'elle ſe meut, avoir déplacé encore la valeur d'un pied cube de notre air.

PROBLÊME XXXII.

Si l'on creuſoit un puits juſqu'au centre de la terre, quelle ſeroit la denſité de l'air dans les différentes profondeurs & au fond de ce puits?

NOUS commençons par répondre à cette queſtion, qu'on ne tomberoit pas bien profondément ſans rencontrer un air tellement condenſé, qu'on y ſurnageroit comme du liege ſur du vif-argent.

Cela eſt d'abord évident, en ſuppoſant la peſanteur uniforme à toutes les profondeurs de ce puits; car un demi-diametre au deſſous de la ſurface, la denſité doit être à celle de l'air de la ſurface, en raiſon inverſe de celle-ci à celle qu'il auroit à un demi-diametre au deſſus. Or nous avons vu par quel étrange nombre la rareté de ce dernier ſeroit exprimée: ainſi ce même nombre exprimeroit la condenſation au centre. Le mercure n'eſt pas tout-à-fait 14000 fois plus peſant que l'air que nous reſpirons; ainſi l'air, au centre, ſeroit pluſieurs milliards de millions de millions, &c. de fois plus denſe que le mercure.

Mais, pour nous amuſer, puiſqu'il eſt ici queſtion de récréations phyſiques, examinons l'hypotheſe plus vraiſemblable de peſanteur qui régneroit dans le cas de ce problême. La peſanteur ne ſeroit

pas uniforme, mais elle décroîtroit à meſure qu'on s'approcheroit du centre, & ſeroit préciſément comme la diſtance à ce centre. Or Newton a fait voir que, dans ce cas, les quarrés des diſtances au centre décroiſſant arithmétiquement, les denſités croîtroient géométriquement.

Il nous faut donc d'abord trouver quelle ſeroit la denſité de l'air à une profondeur déterminée, par exemple de 1000 toiſes. Or cela eſt facile, car, attendu la proximité de la ſurface, il eſt ſenſiblement vrai que la denſité à la ſurface étant repréſentée par l'unité, celle à 1000 toiſes au deſſous ſera l'inverſe de celle à 1000 toiſes au deſſus. Or celle-ci étoit exprimée par $\frac{67}{84}$; par conſéquent l'autre le ſera par $\frac{84}{67}$ ou $1+\frac{17}{84}$: ainſi la denſité étant 1 à une diſtance du centre de 3000 milles, cette denſité à celle de 2999, ſera $\frac{84}{67}$. Faiſons donc le quarré de 3000, qui eſt 9.000000, & celui de 2999, qui eſt 8994001; ſa différence avec 9000000 eſt 5999, par lequel nombre il faut diviſer 9000000, pour avoir le nombre de quarrés arithmétiquement décroiſſants dans le même rapport, leſquels ſont contenus dans ce premier quarré. On en trouve 1500, plus une petite fraction qu'on peut négliger. Multiplions donc le logarithme de $\frac{84}{67}$, qui eſt 0.0982045 par 1500, nous aurons 147.3067500: ce ſera le logarithme de la denſité au centre, celle à la ſurface étant 1. Or le nombre répondant à ce logarithme auroit au moins 148 chiffres; d'où il ſuit que la denſité de l'air au centre de la terre, ſeroit à celui de la ſurface, comme un nombre de 148 chiffres, ou au moins l'unité ſuivie de 147 zéros, à l'unité.

Si l'on vouloit ſçavoir à quelle profondeur l'air ſeroit denſe comme l'eau, on trouveroit, par un

calcul que nous ſupprimons, & qui eſt fondé ſur les mêmes principes, que ce ſeroit à 30 milles au deſſous de la ſurface.

On trouveroit de même que, à 42 milles au deſſous de la ſurface, l'air auroit la denſité du vif-argent.

PROBLÊME XXXIII.

De l'Arquebuſe à vent.

CET inſtrument, dont l'invention eſt due à Otton Guerike, bourgmeſtre de Magdebourg, ſi célebre, vers le milieu du dernier ſiecle, par ſes expériences pneumatiques, électriques, &c. eſt une machine dans laquelle le reſſort de l'air, violemment comprimé, eſt employé à pouſſer une balle de plomb, comme fait la poudre à canon. L'arquebuſe ou fuſil à vent eſt compoſé d'un réſervoir d'air, formé du vuide qui reſte entre deux tuyaux cylindriques & concentriques l'un à l'autre, l'un intérieur, l'autre extérieur: le fond de ce vuide communique à un corps de pompe caché dans la croſſe du fuſil, & dans lequel agit un piſton qui ſert à y faire entrer & condenſer l'air, au moyen des ſoupapes placées de la maniere convenable. Au fond du tuyau intérieur où ſe place la balle, en la retenant avec un peu de bourre, il y a auſſi une ouverture fermée par une ſoupape, qui ne peut s'ouvrir que lorſqu'on fait agir une détente.

On conçoit maintenant qu'ayant comprimé dans le réſervoir l'air autant qu'il eſt poſſible, ayant placé la balle au fond du tuyau intérieur, ſi l'on fait agir la détente qui doit ouvrir la ſou-

pape qui eſt derriere la balle, l'air, violemment comprimé dans le réſervoir, agira ſur elle, & la pouſſera avec une viteſſe plus ou moins grande, ſuivant le temps qu'il aura eu pour exercer ſur elle ſon action.

Pour que le fuſil à vent faſſe donc bien ſon effet, il faut 1° que l'ouverture de la ſoupape dure exactement autant de temps que la balle en met à parcourir la longueur du tuyau; car, pendant tout ce temps, l'air en accélérera le mouvement, ſon expanſion étant beaucoup plus rapide que le mouvement de la balle. Si le réſervoir reſtoit plus long-temps ouvert, ce ſeroit en pure perte. 2° Il faut que la balle ſoit bien ronde & bien calibrée, afin que l'air ne s'échappe point par les côtés. Comme les balles de plomb ne ſont pas toujours fort régulieres, on y ſupplée en les enveloppant d'un peu de filaſſe.

Quand toutes ces attentions ſont bien obſervées, un fuſil à vent ſert très-bien à percer une planche de 2 pouces d'épaiſſeur, à 50 & même 100 pas de diſtance. Le réſervoir d'air étant une fois plein, il peut ſervir à huit à dix balles ſucceſſivement. Un artiſte Anglois a même imaginé un moyen pour y mettre ces dix balles en réſerve dans un petit canal courbe, d'où, à meſure que le coup eſt parti, il en ſort une qui vient occuper la place convenable; enſorte qu'on peut tirer dix coups de ſuite, dans bien moins de temps que le ſoldat Pruſſien le plus exercé n'en tireroit la moitié. A la vérité les coups de fuſil à vent vont en diminuant de force, à meſure que le réſervoir ſe décharge.

On ſent aiſément que ſi cet inſtrument paſſoit des cabinets des phyſiciens dans les mains de

certaines gens, il ſeroit une arme très-redoutable, & d'autant plus dangereuſe, que le coup ne fait preſque aucun bruit. Mais qui ſçait ſi, de même que la poudre à canon, après avoir été pendant long-temps un ſimple ingrédient de feu d'artifice, eſt devenue l'ame de l'inſtrument le plus meurtrier, qui ſçait, dis-je, ſi, dans la ſuite des ſiecles, le fuſil à vent perfectionné, ne deviendra pas l'inſtrument dont les hommes raſſemblés en corps d'armée, ſe ſerviront pour s'entre-détruire glorieuſement & ſans remords ?

La *fig. 19* repréſente un arquebuſe à vent. On y reconnoîtra aiſément la coupe des deux cylindres, dont l'intervalle ſert de réſervoir à l'air; MN le piſton qui ſert à introduire l'air dans ce réſervoir; TL la ſoupape qui ſert à ouvrir la communication du réſervoir avec le cylindre intérieur, ou l'ame du fuſil; O la détente ſervant à cet objet. Tout cela s'entend de ſoi-même, par la ſeule inſpection de ſa figure. Pl. 3, fig. 19.

PROBLÊME XXXIV.

De l'Eolipyle.

L'ÉOLIPYLE eſt un vaſe creux de métal ſolide, & d'ordinaire fait en forme de poire terminée par une longue queue un peu recourbée. On la remplit d'eau ou d'une autre liqueur, en la faiſant fortement chauffer; après quoi on plonge ſon orifice dans la liqueur qu'on veut y faire entrer. L'air intérieur reprenant ſon volume, cette liqueur y entre néceſſairement pour le ſuppléer, au moyen de la preſſion de l'air extérieur.

Si l'on place l'éolipyle ainſi rempli ſur des

charbons ardents, leur chaleur réduit cette eau en vapeurs, qui ſortent avec violence par l'orifice étroit de ſa queue; ou ſi, par la poſition de l'éolipyle, c'eſt le fluide qui ſe préſente à l'entrée, ce fluide, preſſé par la vapeur, ſort lui-même avec force par cet orifice, & fait un jet aſſez élevé.

Si, au lieu d'eau, on a pris de l'eau-de-vie, on pourra, avec un flambeau, mettre le feu à cette liqueur; & alors, au lieu d'avoir un jet d'eau, on aura le ſpectacle agréable d'un jet de feu.

Cette expérience ſert à rendre ſenſible la force qui réſulte de la vapeur qui eſt produite par un fluide fortement chauffé; car, dans le premier cas, ce ſont ces vapeurs qui ſortent avec impétuoſité par l'orifice de l'éolipyle, & dans le ſecond, c'eſt la force élaſtique de cette vapeur qui, preſſant ſur le fluide, le fait ſortir par ce même orifice.

On rend cette expérience encore plus amuſante, par le procédé ſuivant. On a une eſpece de petit charriot portant une lampe à eſprit-de-vin, ſur laquelle on place le ventre de l'éolipyle. On bouche ſon orifice avec un bouchon, qui n'y tienne pourtant que médiocrement. On met le feu à la lampe, & quelque temps après on voit ſauter le bouchon, & le fluide ou la vapeur ſortir avec violence par l'orifice. Dans le même temps le charriot, repouſſé par la réſiſtance que ce fluide ou cette vapeur éprouve de l'air extérieur, reçoit un mouvement en arriere; & ſi l'eſſieu des roues eſt fixé à un axe vertical, le charriot prend un mouvement circulaire, qui dure tout le temps que l'éolipyle contient quelque portion de fluide.

On ſent aiſément que ce vaſe doit être d'un

métal ſolide, car autrement on courroit riſque de le voir éclater, & tuer ou bleſſer les témoins de l'expérience.

PROBLÊME XXXV.

Conſtruction de quelques petites figures qui nagent entre deux eaux, & qu'on fait danſer, hauſſer & baiſſer, en appuyant ſeulement le doigt ſur l'orifice de la bouteille qui les contient.

IL faut faire fabriquer de petites figures d'émail, creuſes; mais dans la partie inférieure, comme dans les pieds, on laiſſe un petit trou par lequel on puiſſe introduire une goutte d'eau, ou bien à la partie poſtérieure on ménage une appendice en forme de queue percée par le bout, enſorte qu'on puiſſe faire entrer dans ce tuyau plus ou moins d'eau. Après cela, on équilibre la figure, enſorte qu'avec cette petite goutte d'eau elle ſe tienne bien debout, & nage entre deux eaux. On remplit le vaſe d'eau juſqu'à ſon orifice, & on le couvre d'un parchemin bien lié au cou de la bouteille. Pl. 3, fig. 20.

Cela fait, veut-on donner du mouvement à cette petite figure, il ſuffit de preſſer avec le doigt le parchemin qui couvre l'orifice, la petite figure deſcendra; en retirant le doigt, vous la verrez monter; enfin, en appliquant & retirant le doigt alternativement, vous l'agiterez au milieu de la liqueur, de maniere à exciter l'étonnement de ceux qui ignoreront la cauſe de ce jeu.

Cette cauſe n'eſt autre que celle-ci. Lorſqu'au travers du parchemin qui couvre l'orifice de la bouteille on preſſe l'eau, comme elle eſt incom-

preſſible, elle condenſe l'air contenu dans la petite figure, en y faiſant entrer un peu plus d'eau qu'elle n'en contenoit. La figure devenue plus peſante devra donc aller au fond. Mais quand on retire le doigt, cet air comprimé reprend ſon volume, chaſſe l'eau qui avoit été introduite par la compreſſion; ainſi la petite figure, devenue plus légere, devra remonter.

PROBLÊME XXXVI.

Conſtruction d'un barometre où les variations de l'air ſe démontrent par une petite figure qui hauſſe & baiſſe dans l'eau.

NOUS avons jeté dans le problême précédent, les fondements de la conſtruction de ce petit barometre curieux. Car, puiſque la preſſion du doigt ſur l'eau qui contient la petite figure dont on y a parlé, la fait deſcendre, & qu'elle remonte quand cette preſſion ceſſe, on ſentira aiſément que le poids de l'atmoſphere produira le même effet, ſuivant qu'il ſera plus ou moins conſidérable; c'eſt pourquoi, ſi la petite figure eſt équilibrée de maniere à être dans un temps variable entre deux eaux, elle s'enfoncera au plus bas lorſque le temps ſera au beau, parce que alors le poids de l'atmoſphere ſera plus conſidérable. L'effet contraire arrivera lorſque le temps étant tourné à la pluie, le mercure deſcendra; car alors le poids de l'atmoſphere qui repoſe ſur l'orifice de la bouteille eſt moindre, & conſéquemment la petite figure devra remonter.

PROBLÊME XXXVII.

Équilibrer dans de l'eau deux petites figures, de maniere qu'y verſant de nouvelle eau, la figure qui étoit au deſſus s'enfonce, & l'autre prenne le deſſus.

AYEZ pour cela de l'eau ſalée, & équilibrez-y une petite figure ou une petite bouteille de verre de telle matiere, que pour peu que l'eau fût moins ſalée elle coulât à fond. Diſpoſez de la même maniere une figure ou une petite bouteille ouverte dans ſa partie inférieure, enſorte que dans cette eau, elle ſe tienne au fond par le mécaniſme enſeigné dans l'avant-dernier problême.

Les choſes ainſi arrangées, verſez de l'eau douce bien chaude dans celle qui contient les deux figures. Vous verrez la premiere aller au fond, & l'on en ſent aiſément la raiſon : en même temps la ſeconde viendra à la ſuperficie, car la chaleur de l'eau dilatera l'air contenu dans cette ſeconde bouteille, & en chaſſera en tout ou en partie la goutte d'eau qui faiſoit portion de ſon poids ; conſéquemment, devenue plus légere, elle s'élevera. Ainſi, par cette ſeule affuſion d'eau nouvelle, ces deux petites figures changeront de place. Il eſt vrai que la ſeconde, quand l'eau ſera réfroidie, redeſcendra.

PROBLÊME XXXVIII.

Des Larmes Bataviques.

ON donne ce nom à des morceaux de verre figurés en larmes, & terminés par une longue queue, qui jouiſſent d'une propriété fort ſingu-

liere. Elle conſiſte en ce que ſi vous frappez, même aſſez fort, une de ces larmes ſur le corps ou le ventre, elle oppoſe à la rupture une réſiſtance conſidérable ; mais ſi vous briſez le plus petit bout de ſa queue, elle éclate auſſitôt en mille morceaux, & preſque en pouſſiere.

Ces larmes ſe forment en laiſſant tomber goutte à goutte, dans un vaſe plein d'eau, de la matiere du verre en fuſion. On les trouve au fond toutes formées. Il en eſt au reſte ordinairemenr un grand nombre qui éclatent dans l'eau, ou immédiatement après en être retirées. Comme c'eſt en Hollande que les premieres ont été faites, on leur a donné le nom de *bataviques*.

On a multiplié les expériences ſur ces larmes de verre, pour découvrir la cauſe de leur rupture. Voici les principales.

1. Si par un procédé facile à imaginer on rompt dans la machine du vuide, la queue d'une de ces larmes, elle éclate tout de même que dans l'air ; & ſi l'expérience ſe fait dans l'obſcurité, on apperçoit dans l'inſtant de la rupture un éclair de lumiere.

2. Si on uſe avec une meule, ou ſur une pierre à aiguiſer, & tout doucement, le corps d'une de ces larmes, elle éclate quelquefois, mais le plus ſouvent elle n'éclate pas.

3. Si l'on fait avec une ſemblable pierre une entaille à la queue, la larme éclate.

4. On peut cependant couper la queue d'une larme batavique par le moyen ſuivant. Il faut preſenter à la flamme d'une lampe d'émailleur l'endroit où vous voulez couper cette queue. Elle y fondra, & vous pourrez alors ſéparer une partie de l'autre ſans crainte de rupture.

5. Si on échauffe avec précaution une larme batavique ſur les charbons ardents, & qu'on la laiſſe enſuite lentement refroidir, elle ne ſe rompra plus lorſqu'on lui briſera la queue.

Les phyſiciens ont toujours été fort embarraſſés ſur la cauſe d'un phénomene ſi extraordinaire, & il faut avouer qu'au moment actuel nous ne ſommes guere plus avancés. Nous pouvons dire ſeulement que ce n'eſt pas l'air qui le produit; la premiere des expériences ci-deſſus le démontre. Nous croyons auſſi pouvoir dire, d'après la 5e, que ce phénomene tient à la même cauſe qui fait rompre tous les ouvrages de verre fondus, ſi l'on n'a pas la précaution de les recuire, c'eſt-à-dire, ſi, avant de les expoſer au contact de l'air, on ne les laiſſe encore expoſés à une longue chaleur pour ſe refroidir par degrés. C'eſt ce qui paroît réſulter de la derniere expérience; mais on ne voit rien moins que clairement comment cela s'opere. C'eſt probablement l'éruption, dans l'intérieur de la larme, d'un fluide qui s'y précipite par l'endroit rompu de la queue. Peut-être eſt-ce un phénomene électrique, & peut-être la larme ſe briſe-t-elle par le même mécaniſme qui fait ſouvent briſer une jarre de verre lorſqu'on la décharge, c'eſt-à-dire lorſqu'on reſtitue l'équilibre entre ſa ſurface intérieure & extérieure. Mais nous ne nous épuiſerons pas en conjectures. Contents d'avoir expoſé les principaux phénomenes des larmes bataviques, nous abandonnons le ſurplus à la ſagacité & aux recherches de nos lecteurs.

PROBLÊME XXXIX.

Meſurer la quantité annuelle de la Pluie.

PARMI les obſervations météorologiques que font aujourd'hui les phyſiciens, eſt celle de la quantité de pluie tombée annuellement ſur la ſurface de la terre. Cette obſervation eſt une des plus faciles, & ſe fait au moyen d'un inſtrument que le P. Cotte, dans ſon Traité de Météorologie, a appelé *Udometre* * ; & que nous aimerions mieux appeler *Uometre* **. Quoi qu'on penſe de notre idée, voici l'inſtrument.

Il conſiſte en une caiſſe quarrée, de fer blanc, de plomb ou d'étain, de deux pieds en tout ſens, ce qui fait quatre pieds de ſurface. Elle doit avoir des rebords de ſix pouces au moins de hauteur, & avoir ſon fond tant ſoit peu incliné vers un des angles, où eſt ménagé un petit tuyau garni de ſon robinet. L'eau qui s'écoule de ce tuyau tombe dans un autre vaſe quarré, d'une dimenſion beaucoup moindre, & telle par exemple, qu'une ligne de hauteur dans le grand vaſe, faſſe une hauteur de trois pouces dans le petit. Ainſi, dans le cas préſent, ce vaſe ne devroit avoir que deux pouces & ſix lignes de baſe en quarré. On ſent aiſément, d'après cette deſcription, que l'on pourra meſurer juſqu'à de très-petites portions de ligne d'eau tombée dans le grand vaſe, puiſque une ligne de hauteur dans le petit, répondra à une trente-ſixieme de ligne dans le grand.

---

* De ὑδωρ, eau, & μέτρον, meſure.

** De ὗς, pluie.

En

En ſituant le grand vaſe de la maniére convenable, en plaçant le petit au deſſous du robinet, & y adaptant ce robinet, de maniere que l'air extérieur n'ait preſque aucun accès ſur la ſurface de l'eau dans le petit vaſe, on pourroit ſe diſpenſer de meſurer l'eau tombée, à la fin de chaque pluie. On pourroit ne l'aller examiner & meſurer que tous les trois, quatre ou cinq jours. Cependant il vaut mieux le faire à chaque fois.

On tient enfin regiſtre de la quantité d'eau tombée à chaque fois qu'il a plu, & toutes ces quantités additionnées enſemble, donnent celle qui eſt tombée dans le courant de l'année.

C'eſt ainſi qu'on a trouvé, par une ſuite d'obſervations faites pendant 77 ans à Paris, que la quantité d'eau qui y tombe par an eſt, l'un portant l'autre, de 16 pouces 8 lignes.

Mais cette quantité d'eau n'eſt pas la même par tout. Il eſt d'autres lieux, d'autres pays où elle eſt moindre ou plus conſidérable, ſuivant leur ſituation près de la mer ou des montagnes. Voici une table des principaux lieux dans leſquels on a fait cette obſervation, & de la quantité d'eau qui y tombe annuellement.

	Pouc.	Lig.
Paris, ...	16	8
Bayeux, ...	20	
Beziers, ...	16	3
Aix en Provence, ...	18	3
Toulouſe, ...	17	2
Lyon, ...	25	
Lille, ...	23	

	Pouc.	Lig.
Londres, ...	18	9
La Haye, ...	26	6
Rome, ...	28	
Padoue, ...	30	
Pétersbourg, ...	16	1
Berlin, ...	19	6

REMARQUE.

NOUS croyons devoir faire ici une remarque qui paroît avoir échappé à tous les phyſiciens qui ont fait des obſervations de la quantité d'eau de pluie. C'eſt qu'à chaque fois qu'il pleut de nouveau, il y a une petite quantité d'eau perdue, ſavoir, celle qui a ſervi à mouiller le fond du réſervoir ; car l'eau ne commence à couler en bas que quand ce fond eſt mouillé juſqu'à un certain point, & revêtu, pour ainſi dire, d'une certaine épaiſſeur d'eau qu'il faudroit déterminer, & dont il faudroit tenir compte à chaque fois qu'il pleut. Cette quantité d'eau pourroit être meſurée ainſi. Il faudroit prendre une petite éponge humectée au point de n'en pouvoir exprimer d'eau en la preſſant très-fort ; remplir enſuite le vaſe, & en laiſſer écouler toute l'eau ; enfin, quand il ne s'en écouleroit plus, ramaſſer avec cette éponge l'eau reſtante ſur le fond, & l'exprimer dans un vaſe d'un pouce quarré de baſe, déja humecté d'eau. Il eſt évident que ſi un vaſe de 4 pieds quarrés de baſe donnoit de cette maniere 1 pouce de hauteur dans le petit, on en devroit conclure que la pellicule d'eau adhérente au métal, étoit au moins de $\frac{1}{576}$ de pouce, ou une 48e de ligne d'épaiſſeur. Je dis au moins ; car il eſt impoſſible

de reprendre & mesurer toute cette pellicule d'eau. On pourroit sans crainte l'évaluer à un 30 ou un 36e de ligne. Si donc la pluie s'étoit renouvellée dans le courant de l'année 2 à 300 fois, ce seroit environ 8 lignes à ajouter à la quantité trouvée.

PROBLÊME XL.

De l'origine des fontaines : Calcul de la quantité d'eau des pluies, qui démontre qu'elle suffit pour leur donner naissance & les entretenir.

L'ORIGINE des fontaines & des sources n'auroit pas dû, ce semble, occasionner parmi les physiciens un partage tel que celui qui a régné entr'eux pendant quelque temps ; il n'y avoit qu'à considérer attentivement les phénomenes, pour se persuader que cette origine est uniquement due aux pluies qui abreuvent continuellement la surface de la terre, & qui, coulant sur des lits de terre propres à les empêcher de pénétrer plus avant, se font à la fin jour dans les lieux bas. En effet, qui n'a pas observé que la plus grande partie des sources diminuent considérablement lorsqu'il a régné pendant long-temps une grande sécheresse, que plusieurs tarissent absolument quand cette sécheresse est prolongée trop long-temps, qu'elles renaissent lorsque les pluies, les neiges, reviennent humecter la surface de la terre, & qu'elles croissent presque en même progression que ces eaux deviennent plus abondantes ?

Cependant, malgré un phénomene si propre à mettre sur la bonne voie, on a vû quelques philosophes penser que cette origine des fontaines

étoit due à une eſpece de ſublimation des eaux de la mer, qui, coulant dans les entrailles de la terre, étoient pouſſées en vapeurs dans les fentes des rochers, & découloient de-là dans des cavités & des réſervoirs préparés par la nature, d'où elles ſe faiſoient jour ſur la ſurface. Quelques-uns ont été juſqu'à figurer ces eſpeces d'alembics ſouterrains.

Mais tout cela eſt mal fondé. Si l'eau de la mer produiſoit ainſi les fontaines, elle auroit déja depuis long-temps engorgé de ſon ſel les conduits ſouterrains par où on la fait paſſer. D'ailleurs, qui ne voit qu'alors il n'y auroit plus entre l'abondance des pluies & celle de l'eau de la plupart des fontaines, la liaiſon qu'on y obſerve, puiſque, ſoit qu'il plût, ſoit qu'il ne plût point, la diſtillation intérieure n'en auroit pas moins lieu? Enfin c'eſt encore une obſervation, que les eaux de ſources diſtillent toujours de deſſus des lits de glaiſe & non de deſſous. Or, comme ces lits interceptent le paſſage des vapeurs & des eaux, il faut néceſſairement que ces eaux viennent de deſſus. Un moyen sûr de perdre une ſource, eſt de rompre ce lit. Or on produiroit le contraire, ſi l'eau venoit de deſſous.

Ce qui a ſans doute engagé ces phyſiciens à recourir à cette cauſe éloignée & fauſſe, c'eſt qu'ils ont penſé que les eaux des pluies n'étoient pas ſuffiſantes pour alimenter les ſources & les rivieres. Mais ils étoient aſſurément dans l'erreur; car, loin de ne pas trouver dans les pluies aſſez d'eau pour cet effet, on eſt en quelque ſorte embarraſſé de la trop grande quantité qu'on en trouve. Le calcul ſuivant, de M. Mariotte, va le prouver.

M. Mariotte obſerve que, ſuivant les expé-

riences, il tombe annuellement environ 19 pouces d'eau ſur la ſurface de la terre. Pour rendre ſon calcul encore plus convainquant, il n'en ſuppoſe que 15; ce qui fait par toiſe quarrée, 45 pieds cubes; par lieue quarrée de 2300 toiſes en tout ſens, 238050000 pieds cubes.

Or les rivieres & ſources qui alimentent la Seine avant ſon arrivée au pont-royal à Paris, comprennent une étendue de terrain d'environ 60 lieues de longueur ſur environ 50 de largeur, ce qui fait 3000 lieues ſuperficielles, dont le produit par 238050000, eſt 714150000000 : c'eſt le nombre de pieds cubes d'eau qui tombe, en l'évaluant au plus bas ſur cette étendue de pays.

Examinons maintenant quelle quantité d'eau fournit chaque année la Seine. Cette riviere, au deſſus du pont-royal, & étant à ſa hauteur moyenne, a 400 pieds de largeur & 5 pieds de profondeur, réduite. La viteſſe de l'eau, dans cet état de la riviere, peut être évaluée à 100 pieds par minute, en prenant un milieu entre la viteſſe de la ſurface & celle du fond. Ainſi le produit de 400 pieds de largeur par 5 de hauteur, ou 2000 pieds quarrés, étant multiplié par 100 pieds, on a 200000 pieds cubes pour la quantité d'eau qui paſſe à chaque minute par cette ſection de la Seine au deſſus du pont royal. Cette quantité ſera donc dans une heure, de 12000000; dans les 24 heures, de 288000000; & en un an, de 105120000000 pieds cubes. Or cela n'eſt pas la ſeptieme partie de la quantité d'eau que nous avons vue tomber ſur l'étendue du pays qui nourrit la Seine.

Mais que ferons-nous du reſte de cette eau? Il eſt facile d'y répondre. Les rivieres, les ruiſſeaux,

les eaux ſtagnantes, perdent une quantité conſidérable d'eau, par la ſimple évaporation ; il en entre enfin une quantité prodigieuſe dans l'accroiſſement & la nutrition des plantes. Voilà ce que devient le ſurplus de cette eau.

M. Mariotte fait auſſi le calcul de l'eau que doit naturellement fournir une ſource qui coule un peu au deſſous du ſommet de la montagne de Montmartre, & qui eſt alimentée par une étendue de terrain de 300 toiſes de largeur ſur environ 100, ou de 30000 toiſes de ſuperficie. Il tombe ſur ce terrain, par an, la quantité de 1620000 pieds cubes, à raiſon de 18 pouces de hauteur d'eau pluviale. Mais une partie conſidérable de cette eau, peut-être les trois quarts, s'écoule tout de ſuite en bas ; ainſi il n'en pénetre que la quantité de 405000 à travers la terre & le ſol ſablonneux, juſqu'à ce qu'elle rencontre un lit de glaiſe, ſitué à 2 ou 3 pieds de profondeur : de-là cette eau coule juſqu'à l'embouchure de la fontaine, & c'eſt elle qui l'alimente. Ainſi, en diviſant 405000 par 365, on trouve environ 1100 pieds cubes qu'elle doit fournir par jour, ou 38500 pintes ; ce qui fait environ 1600 pintes par heure, ou bien 27 pintes par minute, ou enfin de 2 pouces d'eau. Tel eſt auſſi à peu près le produit de cette ſource.

On éleve d'ordinaire contre ce ſentiment ſur l'origine des ſources, une objection fondée ſur une expérience de M. de la Hire, conſignée dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, année 1703. Ce ſçavant ayant fait fouiller dans un terrain juſqu'à 2 pieds de profondeur, n'y trouva aucune trace d'humidité ; d'où l'on prétend conclure que les pluies ne font que couler ſuperfi-

ciellement, & ne contribuent en rien à la naiſſance des ſources.

Mais cette expérience n'eſt d'aucun poids, en ce qu'elle eſt particuliere, & contredite par mille autres faits. Il n'eſt perſonne qui ignore que l'eau ſuinte en mille endroits du ciel des carrieres, des cavernes, des voûtes ſouterraines : c'eſt elle qui, ayant pénétré les terres & coulé entre les joints des pierres, y produit les ſtalactites & les autres concrétions pierreuſes qu'on y obſerve. Il eſt donc faux que la pluie ne pénetre pas au-delà de quelques pieds. Le fait obſervé par M. de la Hire étoit un fait particulier, duquel il avoit tort de tirer une conſéquence générale.

On objecte encore, qu'on voit quelquefois des eaux raſſemblées à des hauteurs où il eſt impoſſible que les pluies donnent naiſſance à une ſource. Nous répondrons que, ſi l'on examine les terrains où ſe trouvent ces amas d'eaux, on verra toujours qu'elles ſont le produit des pluies ou des neiges fondues ; que ces lieux, ſur le ſommet d'une montagne où ſe trouvent ces amas, ne ſont que des eſpeces d'entonnoirs qui ramaſſent les eaux d'une petite plaine circonvoiſine, entretenues continuellement par les pluies ou les neiges, à quoi contribue auſſi le peu d'évaporation qui s'en fait, à cauſe de la ténuité de l'air. Il reſtera enfin démontré pour tout bon eſprit, que l'origine des ſources & fontaines ne doit pas être attribuée à une autre cauſe qu'aux eaux de pluie & de neige raſſemblées.

PROBLÊME XLI.

Le Marteau d'eau, ou de mercure.

CE qu'on appelle le *marteau d'eau*, n'eſt autre choſe qu'une bouteille de verre allongée, dans laquelle eſt renfermée de l'eau, qui, étant ſecouée dans ce vaſe, le frappe avec un bruit qui approche de celui d'un petit coup de marteau.

La cauſe de cet effet eſt la privation de l'air. Ce fluide ne diviſant plus l'eau dans ſa chute, elle arrive au fond de la bouteille comme corps ſolide, & produit le bruit qu'on vient de dire.

Pour faire donc le marteau d'eau, il faut avoir une fiole de verre, aſſez ſolide & allongée, qui ſoit terminée par un col que l'on puiſſe ſceller hermétiquement: on en pompe l'air dans la machine pneumatique, après y avoir introduit un quart ou un cinquieme d'eau: on bouche hermétiquement l'ouverture de la bouteille & l'ayant retirée, on le fait plus ſolidement, en fondant doucement le col de cette bouteille à la lampe d'émailleur; l'inſtrument eſt conſtruit.

Si, au lieu d'eau, on renferme dans cette fiole du mercure, il donnera un coup bien plus éclatant; on en ſera même étonné, & l'on aura peine à concevoir comment il ne briſe pas la bouteille. Si, de plus, ce mercure eſt bien purifié, il ſera lumineux, & l'on ne pourra le faire couler d'un fond à l'autre, ſans voir dans l'obſcurité une jolie trace de lumiere.

REMARQUE.

ON pourroit, à ce que nous penſons, employer utilement cette propriété du mercure à faire une

lanterne, qu'on pourroit appeler *philoſophique*. Il faudroit, pour cela, diſpoſer dans une eſpece de tambour, un grand nombre de petites fioles comme les précédentes, ou des tubes en ſpirale, dans leſquels du mercure purifié couleroit continuellement au moyen du mouvement de ce tambour, mouvement qu'il ſeroit facile de lui donner par une petite machine fort ſimple & fort peu coûteuſe : il en réſulteroit une lumiere continue qui n'auroit pas beſoin d'aliment. Qui ſçait ſi un jour on ne viendra point à bout par-là de ſe paſſer du feu actuel pour nous éclairer dans nos appartements? Je crains cependant que, quelque multipliée que ſoit cette lumiere, elle ne ſoit toujours trop foible pour ſuppléer à une ſeule bougie. Mais il eſt peut-être d'autres applications utiles de cette invention.

PROBLÊME XLII.

Faire une Pluie lumineuſe de mercure.

SUR la platine de la machine pneumatique, mettez un plateau circulaire percé de trous, ſur lequel portera un petit récipient cylindrique terminé en hémiſphere ; recouvrez le tout d'un récipient plus grand, percé à ſon ſommet d'un trou qui recevra un entonnoir de verre rempli de mercure : cet entonnoir doit être tel qu'on puiſſe le fermer par un bouchon, pour l'ouvrir quand il en ſera temps.

Cela ainſi préparé, faites le vuide, ou à peu près, dans le récipient ; enſuite ouvrez l'entonnoir qui contient le mercure : il s'écoulera tant par ſon poids que par celui de l'atmoſphere qui le preſſe, & il tombera ſur le ſommet convexe du récipient

intérieur ; ce qui le fera éparpiller en mille gouttelettes lumineuſes, & imiter une pluie de feu.

On peut encore faire cette expérience de cette maniere. Ayez un bois médiocrement compacte, dans lequel vous ferez creuſer un petit réſervoir en forme d'hémiſphere ou de cône renverſé ; vous en garnirez l'ouverture ſupérieure d'un récipient, & vous le remplirez de mercure. Lorſqu'on pompera l'air du récipient, la preſſion de l'air extérieur fera pénétrer le mercure par les pores du bois, il ſe fera jour dans le récipient, & y tombera en petites gouttes lumineuſes.

PROBLÊME XLIII.

Pour quelle raiſon, dans les mines qui ont des ſoupiraux ſur le penchant d'une montagne, à différentes hauteurs, s'établit-il un courant d'air, qui a dans l'hiver une direction différente de celle qu'il a pendant l'été? Explication d'un phénomene ſemblable qu'on remarque chaque jour dans les cheminées : Uſage qu'on peut faire d'une cheminée pendant l'été.

Il eſt d'uſage, pour donner de l'air à une mine, de percer de diſtance à diſtance, des puits perpendiculaires qui aboutiſſent à la galerie horizontale ou peu inclinée où l'on extrait le minéral ; & d'ordinaire les embouchures de ces puits ſont à différentes hauteurs, à cauſe de l'inclinaiſon de la croupe de la montagne. Or, dans ce cas, on éprouve un phénomene aſſez ſingulier : c'eſt que, pendant l'hiver, l'air ſe précipite dans la mine par l'embouchure du puits le plus bas, & ſort par celle du puits le plus haut : le contraire arrive en été.

Pour expliquer ce phénomene, il faut conſidérer que, dans la mine, la température de l'air eſt conſtamment la même, tandis que dehors elle eſt alternativement plus froide & plus chaude, ſçavoir, plus froide en hiver, & plus chaude en été. D'un autre côté, on doit remarquer que le puits dont l'embouchure eſt la plus élevée, la galerie & l'autre puits, forment un ſyphon recourbé à branches inégales. Or voici ce qui arrive.

Lorſque l'air extérieur eſt plus froid que celui de la mine, la colonne d'air qui preſſe ſur l'orifice inférieur D, preſſe davantage ſur tout l'air contenu dans le ſyphon DCBA, que celle qui preſſe ſur l'orifice A: ainſi cet air doit être chaſſé en circulant dans le ſens DCBA. Mais l'air froid qui entre par D, eſt auſſi-tôt échauffé au même degré que celui de la mine: ainſi il eſt pouſſé comme le premier par la colonne repoſante ſur l'orifice D. Pl. 4, fig. 21.

C'eſt le contraire qui arrive en été; car alors l'air extérieur eſt plus chaud que celui de la mine. Ce dernier étant le plus peſant, la branche AB du ſyphon prépondere ſur BC, ſans que la différence des colonnes qui peſent ſur A & ſur D, puiſſe opérer le contrepoids. Ainſi l'air contenu dans le ſyphon ABCD, doit prendre un mouvement dans ce ſens, & conſéquemment ſe mouvoir en ſens contraire du précédent. Telle eſt l'explication du phénomene.

On en obſerve un ſemblable chaque jour dans les cheminées, & qui eſt d'autant plus ſenſible, que les tuyaux de cheminée ſont plus hauts; car une cheminée, avec la chambre où elle aboutit, la porte ou la croiſée, forment un ſyphon ſemblable au précédent. D'ailleurs l'air extérieur eſt, depuis les 9 heures du matin juſqu'aux 8 ou 9

heures du ſoir, plus chaud que l'intérieur pendant l'été, & au contraire. Le matin donc, l'air doit deſcendre par la cheminée, & ſortir par la fenêtre ou la porte; au contraire, cet air extérieur étant plus froid la nuit que le jour, il doit entrer par la porte ou la fenêtre, & monter par la cheminée. Vers les 8 ou 9 heures du matin, & les 8 ou 9 heures du ſoir, l'air eſt comme ſtationnaire; effet néceſſaire dans le temps du paſſage d'une direction à l'autre.

On pourroit, dit M. Francklin, qui paroît avoir le premier obſervé ce mouvement, on pourroit, dit-il, l'appliquer à quelques uſages économiques pendant l'été; & alors le proverbe qui dit, *utile comme une cheminée en été*, ſe trouveroit en défaut. Un de ces uſages ſeroit de ſervir de garde-manger; car en bouchant les deux ouvertures de la cheminée par un ſimple treillis ou canevas, le courant d'air alternatif & preſque continuel qui s'établiroit dans la cheminée, ne pourroit manquer de tenir la viande fraîche & de la conſerver.

On pourroit peut-être encore faire uſage de ce courant pour quelque ouvrage qui exige moins de force que de continuité. Pour cet effet, il faudroit établir dans le tuyau de la cheminée un axe vertical, garni d'une hélice; le courant d'air la meneroit continuellement, tantôt dans un ſens, tantôt de l'autre, & probablement avec aſſez de force pour élever une petite quantité d'eau par heure. Mais comme elle ne chommeroit que trois ou quatre heures de la journée, elle ne laiſſeroit pas de produire un effet aſſez grand par jour. Au ſurplus le moteur ne coûteroit rien. Il faudroit, dans ce cas, employer un engrenage qui fût tel,

que, de quelque côté que tournât l'axe garni d'hélices, le mouvement du ſurplus de la machine ſe fît toujours dans le même ſens; ce qui eſt non-ſeulement poſſible, mais que nous avons vu exécuté chez M. Loriot, à Paris.

PROBLÊME XLIV.

Meſurer les hauteurs des montagnes au moyen du Barometre.

IL eſt aſſez rare qu'on puiſſe meſurer les hauteurs des montagnes par des opérations géométriques; ſouvent même cela eſt impraticable. Un voyageur, par exemple, qui traverſe une chaîne de montagnes, & qui deſire connoître les hauteurs des points principaux ſur leſquels il a gravi, ne ſçauroit recourir à ce moyen. Le barometre en fournit un commode, & aſſez exact, pourvu qu'on l'emploie avec les attentions néceſſaires.

On ſentira aiſément le principe ſur lequel eſt appuyée cette méthode, lorſqu'on ſe rappellera qu'un barometre porté au haut d'une montagne, ſe ſoutient à une moindre hauteur qu'au bas; 1° parcequ'il a une moindre quantité d'air au deſſus de lui; 2° parceque cet air eſt moins denſe, puiſqu'il eſt déchargé d'une partie du poids qu'il ſupporte au bas de la montagne. Tel eſt le fondement des regles qu'on a imaginées pour appliquer à la meſure des hauteurs des montagnes, la hauteur à laquelle le barometre s'y tient. Toutefois ce n'eſt pas une légere difficulté de donner une regle bien exacte pour cela; car la hauteur du mercure dans le barometre tient à tant de cauſes phyſiques qui ſe compliquent enſemble, qu'il eſt extrême-

ment difficile de les concilier, & de les ſoumettre au calcul. M. de Luc, citoyen de Geneve, qui a traité avec le plus grand ſoin ce ſujet, en combinant toutes les circonſtances & toutes ces cauſes, nous paroît cependant être venu à bout de donner une méthode qui, ſi elle n'eſt pas abſolument parfaite, eſt du moins celle qui approche le plus de l'exactitude. C'eſt à celle-là que nous nous bornerons.

Pour procéder avec exactitude dans cette opération, il eſt néceſſaire d'avoir un bon barometre purgé d'air & portatif, avec un bon thermometre. Nous le ſuppoſerons de Réaumur, quoique M. de Luc, pour faciliter le calcul, ait propoſé une diviſion particuliere. Si l'on aſpire à une grande exactitude, il faut encore avoir au pied de la montagne, ou dans une des villes les plus voiſines, dont la hauteur au deſſus de la mer eſt connue, un obſervateur qui examine la marche du barometre.

Parvenu au ſommet de la montagne, ou au lieu dont on veut obſerver la hauteur, on y examinera la hauteur du barometre, après l'avoir mis bien verticalement; on ſuſpendra auſſi à ſa proximité le thermometre dans un endroit iſolé, & l'on tiendra note du degré auquel s'éleve le mercure.

Cela fait, on comparera la hauteur du barometre obſervée ſur la montagne, avec celle du barometre correſpondant, obſervée dans le même temps; on prendra les logarithmes de ces deux hauteurs exprimées en lignes, & l'on en retranchera les quatre derniers chiffres: ce ſera la différence des hauteurs exprimées en toiſes de Paris.

Mais cette hauteur exige une correction, car elle n'eſt exacte que lorſque la température ſimul-

tanée des deux lieux eſt de $16\frac{3}{4}$, comptés au thermometre de Réaumur. Pour chaque degré que le thermometre ſera reſté au deſſous de $16\frac{3}{4}$ dans la ſtation ſupérieure, il faudra ajouter une toiſe ſur 215, & au contraire l'ôter pour chaque degré au deſſous de la température qu'on vient de dire.

On fera la même correction *, mais en ſens contraire, au moyen du thermometre qui a reſté dans la ſtation fixe; c'eſt-à-dire que, pour chaque degré dont il s'eſt tenu au deſſus de $16°\frac{3}{4}$, on retranchera de la hauteur trouvée ci-deſſus, une toiſe ſur 215; & au contraire. La hauteur trouvée ainſi corrigée deux fois, ſera, à bien peu de choſe près, la différence de hauteur des deux lieux au deſſus de la ſurface de la mer, ou la hauteur de l'un ſur l'autre.

Suppoſons, par exemple, que dans la ſtation inférieure le barometre ſe ſoit tenu à 27 pouces 2 lignes, ou 326 lignes; que dans la ſtation ſupérieure il ait baiſſé à 23 pouces 5 lignes, ou 281 lignes.

Le logarithme de 326 eſt 2.5132176, celui de 281 eſt 24487063 : leur différence eſt 0.0645-113, dont retranchant les trois derniers chiffres, pour équivaloir à la diviſion par 1000, il reſte 645 toiſes.

Nous ſuppoſerons encore qu'au haut de la montagne, le thermometre de Réaumur montroit 6 degrés au deſſus de la congelation, & dans la ſtation inférieure, 12 : c'eſt, pour la ſtation ſupérieure, $10\frac{3}{4}$ au deſſous de $16\frac{3}{4}$; par conſéquent

* Cette ſeconde correction, quoique non indiquée par M. de Luc, nous paroît néceſſaire par pluſieurs raiſons qu'il ſeroit trop long de développer.

10 toiſes $\frac{3}{4}$ à ajouter par chaque 215, à la hauteur ci-deſſus, qu'on trouvera conſéquemment, par une regle de trois, être 32 toiſes.

On trouvera, par la correction contraire, que la hauteur à retrancher eſt 20; il reſtera conſéquemment 12 toiſes à ajouter, & la hauteur doublement corrigée ſera 657 toiſes.

M. Néedham a obſervé ſur le mont Tourné, l'une des montagnes des Alpes, la hauteur du barometre de 18 pouces 9 lignes, ou 225 lignes. Suppoſons qu'au même inſtant on l'eût obſervée, au niveau de la mer, de 28 pouces juſtes, ou 336 lignes, ce qui eſt la hauteur moyenne au bord de la mer: la différence des logarithmes de 336 & 225, en en retranchant les trois derniers chiffres, eſt 1742: on en pourroit conclure que la hauteur du mont Tourné eſt de 1742 toiſes au deſſus de la mer. Mais comme nous n'avons point d'obſervation correſpondante au niveau de la mer, ni d'obſervation du thermometre, faite en même temps, nous n'employons cette obſervation de M. Néedham, que comme un exemple du calcul. Il eſt probable ſeulement que la hauteur du mont Tourné eſt entre 1700 & 1800 toiſes.

REMARQUES.

COMME un barometre portatif eſt un inſtrument très-difficile à ſe procurer & à conſerver, il eſt preſque néceſſaire qu'un voyageur obſervateur ſe contente de ſe former ſon barometre toutes les fois qu'il veut obſerver. Mais comme alors ſon mercure ne ſera point purgé d'air, il ſe tiendra quelques lignes plus bas que le barometre conſtruit avec toutes les précautions imaginables. Cette différence peut aller à 2 ou 3 lignes.

Quant

Quant à un thermometre de M. de Réaumur, rien de ſi facile que d'en tranſporter un; ainſi il n'y a nulle difficulté.

Mais comment fera un voyageur pour avoir des obſervations correſpondantes, ſoit au bord de la mer, ſoit dans quelque autre lieu fixe; ce qui eſt pourtant néceſſaire pour pouvoir faire un uſage ſuffiſamment exact de ſes obſervations propres? Cela me paroît mettre à cette maniere de déterminer les hauteurs des montagnes, des limitations bien conſidérables.

D'ailleurs il nous ſemble que, quand même on auroit au bord de la mer, ou dans quelque ville ſituée, par exemple, au milieu de la France, & dont la hauteur au deſſus de la mer ſeroit connue, un obſervateur aſſidu, on ne ſeroit pas beaucoup plus avancé; car la température de l'atmoſphere peut varier ſur le bord de la mer de Genes, être à la pluie, par exemple, pendant que le temps ſera beau & ſerein ſur les montagnes des Alpes ou des Apennins, ou au contraire; nouvelle difficulté à ſurmonter.

On le pourroit faire néanmoins en partie, en ſçachant, pour le bord de la mer la plus voiſine, quelle eſt la plus grande, la moyenne & la moindre élévation du barometre, & en jugeant, par diverſes conjectures météorologiques, de la nature de la température ſur la montagne à meſurer, quoiqu'on ne faſſe preſque qu'y paſſer: car ſi un hygrometre y marquoit, par exemple, une grande humidité, il y auroit lieu de croire que le temps eſt à la pluie, & que le barometre ſtable y indiqueroit ſes moindres hauteurs; comme au contraire, ſi l'air étoit très-ſec, on en pourroit conclure avec probabilité que le temps eſt ſerein,

& que le barometre fixe y indiqueroit ſa plus grande hauteur : mais, il faut en convenir, tout cela n'eſt pas d'une exactitude bien capable de ſatisfaire.

Quoi qu'il en ſoit, on a fait ſur le haut des montagnes bien des obſervations barométriques, & on en a conclu leurs hauteurs. On en a auſſi, par occaſion, meſuré pluſieurs géométriquement : c'eſt pourquoi nous croyons que nos lecteurs verront avec plaiſir une table de ces obſervations & hauteurs différentes. Celle que nous allons donner eſt formée de pluſieurs colonnes, dont la premiere s'explique d'elle-même ; la ſeconde contient la hauteur du barometre, obſervée dans les lieux déſignés par la premiere. Comme, pour la plupart, on n'a point déſigné la température actuelle de l'air, nous prendrons cette hauteur pour la hauteur moyenne, & au degré moyen de chaleur. La troiſieme contient la hauteur déduite de l'obſervation, ſuivant la méthode de M. de Luc. Dans la quatrieme nous avons porté la dimenſion géométrique, quand elle nous a été connue. Quelquefois auſſi, ne connoiſſant que la dimenſion géométrique, nous nous ſommes bornés à la donner.

Nous ne répéterons pas ici ce que nous avons dit ailleurs ſur l'exceſſive hauteur que les anciens attribuoient à quelques montagnes : on peut le voir dans le tome précédent, page 97.

TABLE des hauteurs de différents lieux de la Terre & de diverſes Montagnes au deſſus du niveau de la Mer.

NOMS DES LIEUX.	HAUT. du Baromet.	HAUT. déd. du Baromet.	HAUT. meſure géométr.
	P. L.	Toiſes.	Toiſes.
FRANCE.			
Paris, *niveau de la Seine aux moyennes eaux, au Pont-Royal,*	.....	.....	.....18 $\frac{1}{2}$
Paris, *rez de chauſſée de l'Obſerv.*	.....	.....	58
Verſailles, *r. de ch. du château,*	.....	.....	.....77 $\frac{1}{2}$
Orléans, *niveau de la Loire baſſe,*	.....	.....	52
Lyon, *niv. du Rhône,*	.....	.....	84
Clermont-Ferrand,	..27..0 $\frac{1}{2}$	....158..	
Montag. de l'Auvergne.			
Le Puy-de-Dome,	..23..9 $\frac{1}{2}$	....716..	
La Coſta,	..23..4..	....825..	851
Le Puy-de-Violent,	..23..3..	....840..	853
Le Cantal,	..22..5..	....966..	984
Le Mont d'Or,	..22..1..	..1031..	..1040
Pyrénées.			
Mont S. Barth. *dans le p. de Foix,*	..21..2 $\frac{1}{2}$	..1211..	..1190
Le Mouſſet,	..21..0 $\frac{1}{2}$	..1241..	..1289
Le Canigou,	..20..2 $\frac{1}{2}$	..1416..	..1454
Bains de Barege,	..24..8..	....589..	
Le Pic du midi,	..21..1..	..1481..	
Mont Ventoux,	.....	.....	..1036
ALPES SUISSES.			
Le Lac de Geneve,	.....	.....	188
Lac de Neuchâtel,	.....	.....	214
Le Glacier de Buet, *près Geneve,*	..19..6..	..1560..	
La montagne de la Dole, *id.*	..23..4..	....825..	847

NOMS DES LIEUX.	HAUT. du Baromet.	HAUT. déd. du Baromet.	HAUT. mesure géométr.
	P. L.	Toises.	Toises.
Le Mont Blanc ou maudit, *dans le Faucigny*,			2390
Le Fort d'Aarbourg,			237
Le Mont Pilate, *C. de Lucerne*,			1450
L'Antsendas, *C. de Berne*,			1460
Mont Gothard, *plus haute pointe* *			2420
Apennins.			
Monte di Sibilla,			1150
di Carpegna,			718
di Catria,			868
di Pennino,			808
ALPES PIÉMONTOISES.			
Turin,	27	123	
S. Remi,	23	854	
Mont S. Bernard, *au Couvent*,	20 10	1254	
Mont-Serene,	20 7	1328	
Cor-Mayeur, *au ſommet de l'Allée blanche*,	20 9	1302	
Ville des Glacieres,	22 6 ½	942	
Mine de Peſey, *en Savoie*,	21 10	1080	
Mont-Tourné,	18 9	1742	
SICILE.			
Mont Æthna **,	18 1 ½	1676	

* Cette montagne paroît être la plus élevée de notre Europe. J'en ai déduit la hauteur de la hauteur apparente, meſurée par M. Micheli, du fort d'Aarbourg, qui en eſt à 62000 toiſes. Mais comme cette hauteur n'eſt que de deux degrés ſur l'horizon, je l'ai corrigée, en en déduiſant la réfraction : c'eſt une attention que n'a pas eue M. Micheli, & qui lui a fait donner un catalogue des hauteurs des montagnes de la Suiſſe, qui excedent sûrement la vérité.

** Cette meſure eſt déduite d'obſervations ſimultanées du barometre, faites à Catane, où le mercure étoit à 27 p. 10 l. (pied de France), & ſur l'Æthna, où il étoit à 18.1 ½. On y a eu auſſi égard, ſuivant la regle de M. de Luc, aux différentes températures de l'air, qui étoient ſur l'Æthna — 2 ¼ au thermometre de Réaumur, & à Catane à 19 ½.

NOMS DES LIEUX.	HAUT. du Baromet.	HAUT. déd. du Baromet.	HAUT. mesure géométr.
	P. L.	Toises.	Toises.
CANARIES.			
Le Pic de Ténériffe,	17 5	1980	
PÉROU.			
La Vallée de Quito, *à Quito, cap. de cette province,*	20 1		1470
Pitchintcha, *volcan éteint, sommet oriental,*	15 11	2453	2434
Antisana, *volcan éteint,*			3020
El-Coraçon,	15 10	2496	2470
Ilinica,			2727
Kotopaxi, *volc. rall. en 1744,*			2950
Chimboraço, *volc. éteint,*			3220
Cargaviraço, *id.*			2430
Tongouragoa, *id.*			2620
El-Altar, *id.*			2730
Sangai, *id.*			2680
Kota-Catché, *au n. de Quito,*			2570
Cayambé-Orcou, *sous l'équat.,*			3030
AFRIQUE.			
Montagne de la Table,	24 10	521	537

OBSERVATION GÉNÉRALE.

NOUS remarquerons, pour achever cette matiere, que l'on ne doit pas entiérement imputer à la méthode les différences assez considérables qu'on rencontre assez souvent dans cette table, entre la mesure barométrique & la mesure géométrique. Cette derniere est certaine; mais les observateurs des hauteurs barométriques ont souvent fait usage d'instruments fort imparfaits; ordinairement ils

n'ont point eu d'obſervations correſpondantes ; preſque jamais ils n'ont tenu compte de la différence de chaleur dans les poſtes de comparaiſon : on ne doit donc pas s'étonner de ces différences, qui ſeroient certainement beaucoup moindres ſans ces défauts des obſervations.

PROBLÊME XLV.

Faire une Fontaine artificielle, à l'imitation d'une ſource naturelle.

NOUS ſuppoſons qu'on ait à ſa diſpoſition un terrain un peu en pente, dont le fond ſoit glaiſeux & peu éloigné de la ſuperficie de la terre. Dans ce cas on pourra, par le procédé ſuivant, ſe procurer une fontaine ou une ſource abſolument ſemblable aux fontaines naturelles, & propre à remplir tous les beſoins d'une maiſon.

Pour cet effet, découvrez ce lit glaiſeux ſur une étendue, par exemple, d'un arpent ou 30 toiſes de long ſur 30 toiſes de large. Il faudra l'enceindre d'une bande de glaiſe dans la partie inférieure, en n'y laiſſant d'ouverture qu'à l'endroit abſolument le plus bas, qui ſera celui par où l'eau ſortira. On y adaptera quelque pierre percée d'un trou d'un pouce au plus de diametre. Cela fait, on ramaſſera des cailloux de différentes groſſeurs, & l'on couvrira cette aire des plus gros, enſorte qu'ils ne laiſſent entr'eux qu'un intervalle de quelques pouces. On en placera d'autres un peu moins gros ſur les interſtices laiſſés par les premiers, & on en fera ainſi pluſieurs amas les uns ſur les autres, en diminuant toujours de groſſeur, juſqu'à ce que les derniers ne ſoient plus que comme de très-

gros graviers. On jettera enſuite là-deſſus du gros ſable à quelques pouces d'épaiſſeur, & enſuite du plus menu, tel que celui qu'on emploie à ſabler les promenades. Mais ſi l'on étoit à portée de ſe procurer de la mouſſe, il ſeroit bon, pour empêcher le ſable de couler dans les interſtices des cailloux, il ſeroit bon, dis-je, d'en couvrir la couche de gros graviers, à l'épaiſſeur d'un demi-pouce.

Il eſt évident que l'eau pluviale qui tombera ſur toute la ſuperficie de cet arpent, pénétrera à travers le ſable, coulera dans les interſtices des cailloux qui couvrent l'aire de glaiſe, & enfin, par l'effet de la pente du terrain, ſe portera vers l'ouverture ménagée dans le bas, d'où elle s'écoulera par un filet plus ou moins gros, ſuivant ſon abondance.

Or, en ſuppoſant que l'eau qui tombe annuellement ſur ce terrain eſt de 18 pouces de hauteur, on trouvera que la quantité d'eau qu'il raſſembleroit ſeroit de 48600 pieds cubes. Nous en ſuppoſerons un quart abſorbé par l'évaporation, ou reſtant entre les joints & interſtices des pierres, du ſable & de la mouſſe: on aura donc encore 36000 pieds cubes d'eau par an, ou 4500 muids d'eau, ſur leſquels on pourra compter, c'eſt-à-dire au moins 12 muids d'eau par jour; ce qui eſt, je penſe, tout ce qui eſt néceſſaire pour les beſoins d'une maiſon, même conſidérable.

On me dira peut-être que voilà une ſource dont l'eau coûteroit aſſez cher. J'en conviens; mais 1° je doute que la formation de cette fontaine coûtât autant que la conſtruction d'une citerne, ouvrage qui exige, pour contenir l'eau, des attentions particulieres, un courroi de glaiſe, &c. & qui ne raſſemble les eaux pluviales que de

quelques toits, de quelques cours, &c. eaux par conſéquent pour la plupart fort mal-propres; 2° je n'ai pas voulu perdre le fruit de mes rêveries. Le lecteur en fera ce qu'il voudra.

On pourra, au reſte, rendre ceci beaucoup moins coûteux, en ne préparant, de la maniere qu'on vient de dire, qu'une petite portion de terrain, comme d'une dixaine de toiſes en quarré dans l'endroit le plus bas; & pour ſuppléer au peu d'abondance de l'eau pluviale qu'on auroit par-là, car elle ne ſeroit que de 5400 pieds cubes, on pourroit dériver ſur ce terrain, par des canaux ouverts, celle qui tomberoit ſur les environs à une diſtance de quelques centaines de toiſes: on auroit, par ce moyen, un réſervoir d'eau filtrée très-abondant, &, à ce que je crois, peu coûteux; l'agrément enfin de jouir d'une ſource tout-à-fait ſemblable à celles que nous donne la nature.

Je craindrois ſeulement que l'eau ne s'en écoulât avec trop de rapidité; mais on pourroit y obvier, en ne lui laiſſant ſa ſortie que par un trou de la dimenſion convenable pour qu'elle fût à peu près perpétuelle, ou en le garniſſant d'un robinet qu'on tiendroit fermé quand on n'auroit pas beſoin de tirer de l'eau.

PROBLÊME XLVI.

Quelle eſt la peſanteur de l'air dont le corps d'un homme eſt continuellement chargé?

QUI eſt-ce qui s'imagineroit que nous vivons continuellement chargés d'un poids de 30 à 40 milliers qui nous comprime & nous preſſe dans tous les ſens? C'eſt-là cependant une vérité que

la découverte de la peſanteur de l'air met hors de doute.

Tout fluide peſe ſur ſa baſe en raiſon de l'étendue de cette baſe & de ſa hauteur. Or on a démontré que le poids de l'air équivaut à une colonne d'eau de 32 pieds de hauteur ; conſéquemment chaque pied quarré à la ſurface de la terre, eſt chargé d'une colonne d'air équivalente à une de 32 pieds cubes d'eau, c'eſt-à-dire de 2240 livres, le pied cube peſant 70 livres. On évalue du reſte la ſurface du corps humain, dans un homme de ſtature médiocre, à 14 pieds quarrés : ainſi, multipliant 2240 livres par 14, on a 31360 livres pour le poids appliqué ſur toute la ſurface du corps d'un homme de ſtature médiocre.

Mais comment peut-on réſiſter à une charge ſemblable ? la réponſe eſt facile. Toute notre machine eſt imprégnée d'un air qui eſt en équilibre avec cet air extérieur. On n'en ſçauroit douter, quand on a vu un animal mis dans la machine pneumatique, s'enfler auſſi-tôt qu'on a commencé à en pomper l'air, ſe diſtendre enfin au point de périr, & de crever même, ſi l'on continue.

C'eſt cette différence de peſanteur qui nous rend ou plus leſtes ou abattus, ſuivant que notre corps eſt plus ou moins chargé. Dans le premier cas, le corps étant plus reſſerré par le poids de l'air, le ſang circule avec plus de rapidité, & toutes les fonctions de l'animal ſe font avec plus de facilité. Dans le ſecond, le poids ayant diminué, toute la machine eſt relâchée, & les orifices des vaiſſeaux le ſont à proportion ; le ſang manque de vélocité, & ne donne plus au fluide nerveux l'activité qu'il avoit : l'on eſt abattu, incapable

de travail & de réflexion, & cela arrive ſur-tout lorſque l'air eſt en même temps humide; car rien ne relâche autant les fibres de notre frêle machine, que l'humidité.

PROBLÊME XLVII.

Conſtruction d'une petite machine qui, à l'imitation de la ſtatue de Memnon, produira des ſons au lever ſoleil.

TOUT le monde ſçait ce qu'on raconte de la ſtatue de Memnon, expoſée dans un temple d'Egypte. Si l'on en croit les anciens hiſtoriens, elle ſaluoit le ſoleil levant par des ſons qui paroiſſoient ſortir de ſa bouche. Quoi qu'il en ſoit de ce trait hiſtorique, voici la maniere de produire un pareil effet.

Pl. 4, fig. 22. Soit un piédeſtal en forme de parallélépipede concave ABC; que la concavité en ſoit diviſée en deux parties par un diaphragme DE. La partie inférieure doit être bien cloſe, & remplie d'eau juſqu'au tiers environ de la hauteur, & le ſurplus doit être rempli d'air. Le diaphragme DE doit être percé d'un trou qui donne paſſage à un tuyau de quelques lignes de diametre, bien ſoudé avec ce diaphragme, & deſcendant juſques près du fond de la cavité inférieure. Il doit y avoir dans ce tuyau aſſez d'eau pour que, l'air étant refroidi au degré de la température de la nuit, l'eau ſoit à peu près au niveau de FG. Une des faces du piédeſtal doit être enfin aſſez mince pour s'échauffer facilement aux rayons du ſoleil. Le plomb eſt un des métaux qui s'échauffent le plus de cette maniere; c'eſt pourquoi une lame mince de plomb ſera propre à cet effet.

KL eſt un axe tournant librement ſur des pivots en K & L, & autour de cet axe eſt enroulé un filet très-flexible, ſoutenant d'un côté le poids N, & de l'autre le poids M, qui plonge librement dans le tuyau HI. Le rapport de ces poids doit être tel, que le poids M l'emporte ſur N lorſque le premier ſera livré à lui-même, mais N doit l'emporter ſur M lorſque celui-ci perdra une partie de ſon poids en nageant dans l'eau; ce qui eſt facile à combiner.

Enfin l'axe KL porte un tympan de quelques pouces de diametre & de longueur, garni à ſa circonférence de dents qui, en appuyant ſur les touches d'un petit clavier, font lever des ſautereaux qui frappent des cordes accordées harmoniquement. Il faut qu'un tour ou deux du tympan achevent l'air, qui doit être au ſurplus très-ſimple, & compoſé de peu de notes. Toute cette petite mécanique peut être facilement renfermée dans la cavité ſupérieure du piédeſtal. Le deſſus portera une figure en buſte, telle qu'on repréſente la ſtatue de Memnon, avec la bouche ouverte & en attitude de parler. Il ne ſeroit pas difficile de lui faire des yeux mobiles, & qui euſſent un mouvement dépendant de celui de l'axe KL.

D'après cette conſtruction, on ſentira aiſément que le côté du piédeſtal expoſé au levant, ne pourra recevoir les rayons du ſoleil ſans s'échauffer; qu'en s'échauffant, il échauffera l'air contenu dans la cavité inférieure; que cet air fera monter l'eau dans le tuyau HI; qu'alors le poids N l'emportera, & fera tourner l'axe KL avec le tambour garni de pointes, qui feront lever les touches du petit clavier; ce qui donnera des ſons, & fera ſonner le petit air qu'on aura noté. Mais il faudra,

pour cet effet, que le diametre de l'axe KL ſoit modelé de maniere que le poids N, en deſcendant, par exemple de deux lignes, faſſe faire aſſez rapidement un tour ou deux au tambour, afin que les ſons ſe ſuccedent aſſez rapidement l'un à l'autre pour former un air.

Le P. Kircher avoit, dit-on, dans ſon *Muſeum*, une machine à peu près ſemblable, dont le P. Schott donne la deſcription; mais je crois être fondé à dire qu'elle ne produiſoit point ſon effet, car le P. Schott ſe borne à faire pouſſer de l'air par un petit tube contre des eſpeces de vannes dont étoit garnie une petite roue: mais, comme cet air ne ſeroit ſorti que fort lentement, il eſt clair que la roue n'eût eu aucun mouvement. Si donc la machine du P. Kircher produiſoit ſon effet, comme on le dit, la deſcription du P. Schott n'eſt pas celle de ſon mécaniſme. Je n'oſerois encore gager que celle-ci remplît ſon objet, car je doute fort que le ſoleil levant raréfiât ſenſiblement l'air renfermé dans la cavité inférieure.

REMARQUE.

NOUS bornerons ici ce que nous avons à dire ſur les différentes machines qu'on peut mettre en mouvement au moyen de la compreſſion, de la raréfaction, de la condenſation, &c. de l'air; car ſi nous voulions imiter le bon P. Schott, nous trouverions la matiere d'un volume in-4°. Nous nous contenterons donc d'indiquer aux curieux de ces machines, la *Mecanica hydraulico-pneumatica* (Francf. 1657, in-4°) de ce Jéſuite, ou ſa *Technica curioſa*, ſeu *Mirabilia artis* (Herbip. 1664, 2 vol. in-4°); on y trouvera de quoi s'amuſer juſqu'à ſatiété de ces inventions aſſez frivoles,

compilées pour la plupart des ouvrages du P. Kircher, qui s'en eſt beaucoup occupé ; ou d'après Héron, dans ſes *Spiritalia ;* Alleoti, ſon traducteur & commentateur ; Dobrezensky, dans ſa *Philoſophia Fontium ;* &c, &c.

PROBLÊME XLVIII.

Des Phénomenes des Tuyaux capillaires.

ON appelle tuyaux capillaires, des tuyaux de verre dont la capacité intérieure eſt d'un diametre très-étroit, comme d'une demi-ligne & au deſſous. L'origine de cette dénomination eſt aiſée à reconnoître.

Ces tuyaux préſentent des phénomenes fort ſinguliers, & ſur l'explication deſquels je ne vois pas qu'on ſe ſoit encore accordé. Il a été juſqu'à ce moment plus aiſé de détruire à cet égard que d'élever. Voici les principaux de ces phénomenes.

I. On ſçait que dans deux tuyaux qui ſe communiquent, l'eau, ou un fluide quelconque, s'éleve à même hauteur ; mais ſi une des branches eſt capillaire, cette regle n'a plus lieu ; l'eau s'éleve plus haut que le niveau dans le tube capillaire, & d'autant plus au deſſus du niveau de l'autre branche, qu'il eſt plus étroit.

Il parut d'abord bien facile aux premiers phyſiciens, témoins de ce phénomene, d'en donner une explication. On imagina que l'air qui preſſe ſur l'eau contenue dans le tube capillaire, éprouvoit quelque difficulté à exercer ſon action, à cauſe du peu de largeur du tuyau ; il devoit donc en réſulter un exhauſſement du fluide de ce côté.

Cela n'étoit pas bien ſatisfaiſant ; car quelle apparence que l'air, dont les particules ſont ſi déliées, ne fût pas fort à ſon aiſe dans un tuyau d'une demi-ligne ou d'un quart de ligne de diametre?

Mais quelle que fût cette explication, ſatisfaiſante ou non à cet égard, les deuxieme & troiſieme phénomenes des tuyaux capillaires la renverſerent entiérement. En effet,

II. Lorſqu'au lieu d'un fluide aqueux on emploie du mercure, ce fluide, au lieu de s'élever dans la branche capillaire juſqu'au niveau de la ligne qu'il atteint dans l'autre, ce fluide, dis-je, reſte au deſſous de ce niveau.

III. Qu'on faſſe l'expérience dans le vuide, tout reſte de même que dans l'air ouvert. Ce n'eſt donc pas dans l'air qu'il faut chercher la cauſe du phénomene.

IV. Si l'on frotte l'intérieur du tube avec une matiere graiſſeuſe, comme du ſuif, l'eau, au lieu de s'élever au deſſus du niveau, reſte au deſſous. Il en eſt de même ſi l'on fait l'expérience avec un tube de cire, ou avec des plumes d'oiſeaux, dont l'intérieur eſt toujours graiſſeux.

V. Si l'on plonge le bout d'un tuyau capillaire dans l'eau, ce fluide s'y éleve auſſi-tôt au deſſus du niveau de celui du vaſe, à la même hauteur qu'il s'éléveroit dans le cas d'un ſyphon à branches d'un côté capillaire & de l'autre de diametre ordinaire ; enſorte que, ſi on touche ſeulement la ſuperficie de l'eau, elle eſt auſſi-tôt comme attirée à la hauteur que nous venons de dire, & elle y reſte ſuſpendue lorſqu'on retire le tube de l'eau.

VI. Si un tube capillaire étant ſoutenu perpen-

diculairement ou fort près de la verticale, on fait couler ſur ſa ſuperficie extérieure une goutte d'eau, lorſqu'elle eſt arrivée à l'orifice inférieur, elle entre dans le tube, & ſi elle eſt ſuffiſamment groſſe, elle y occupe la hauteur à laquelle elle ſe tiendroit au deſſus du niveau dans une branche de ſyphon de ce calibre.

VII. Les hauteurs auxquelles l'eau ſe ſoutient dans un tube capillaire, ſont en raiſon inverſe des diametres. Ainſi, ayant obſervé, par exemple, que dans un tuyau d'un tiers de ligne l'eau s'éleve à la hauteur de 10 lignes, elle devra s'élever à la hauteur de 20 lignes dans un tuyau d'un ſixieme de ligne; à la hauteur de 100, dans un tuyau d'un trentieme de ligne.

Dans de pareils tuyaux, l'abaiſſement du mercure au deſſous du niveau, ſuit auſſi la raiſon inverſe des diametres des tubes.

VIII. Si un tube capillaire eſt formé de deux parties ayant des calibres inégaux, comme l'on voit dans la *fig.* 23, où AB eſt d'un calibre beaucoup moindre que BC; que *a b* ſoit la hauteur où l'eau ſe ſoutiendroit dans un tube tel que AB, & *c d* celle où il ſe tiendroit dans le plus large BC; qu'on plonge ce tube enſorte que l'orifice du plus petit B, ſoit élevé au deſſus du niveau d'une hauteur plus grande que *c d*, l'eau s'y ſoutiendra, comme on voit dans la *fig.* 24, à cette hauteur *c d* au deſſus du niveau: mais ſi on plonge le tube enſorte que l'eau arrive juſqu'à B, elle s'élevera tout de ſuite à la même hauteur que ſi le tube eût été du même calibre que celui d'en haut. Pl. 4, fig. 23. Fig. 24.

Il en eſt de même ſi l'on plonge le tube capillaire en commençant par le plus étroit.

IX. On ſe tromperoit ſi l'on imaginoit que les liqueurs les plus légeres s'élevent davantage. L'eſprit-de-vin eſt des liqueurs aqueuſes celle qui s'y éleve le moins : dans un tube où l'eau s'élevoit à 26 lignes, l'eſprit-de-vin ne s'y élevoit qu'à 9 ou 10. En général l'élévation de l'eſprit-de-vin n'eſt que la moitié ou le tiers de celle de l'eau.

Cette élévation dépend auſſi de la nature du verre ; dans certains tubes, l'eau ſe tient beaucoup plus haute que dans d'autres, quoique leurs calibres ſoient les mêmes.

Il eſt néceſſaire de connoître ces phénomenes, pour ſe convaincre que ce n'eſt rien d'extérieur au tube & à la liqueur qui produit ces effets. En effet, les phénomenes ſont abſolument les mêmes dans le vuide ou dans l'air extrêmement atténué, que dans celui que nous reſpirons. Ils varient auſſi ſelon la nature du verre dont le tube eſt formé : ils ſont auſſi différents, ſelon la nature du fluide. C'eſt donc dans quelque choſe d'inhérent à la matiere du tube & à celle du fluide, qu'on doit les rechercher.

On donne communément pour cauſe de ces phénomenes, l'attraction qu'exercent mutuellement le verre ſur l'eau & l'eau ſur le verre. Cette explication a trouvé un grand contradicteur dans le P. Gerdil, religieux Barnabite & habile phyſicien, qui a fait tout ſon poſſible pour la renverſer. M. de la Lande, au contraire, a pris ſa défenſe, & eſt un des écrivains modernes qui ont mis cette explication dans le plus beau jour. On peut voir auſſi à ce ſujet, parmi les Mémoires de Pétersbourg, un écrit de M. Weitbrecht, très-profond & très-ſçavant. On ne trouvera pas mauvais que nous nous bornions à ces indications.

PROBLÊME

PROBLÊME XLIX.

De quelques tentatives du mouvement perpétuel, au moyen de ſyphons capillaires.

DÈS qu'on a vu l'eau s'élever dans un tube capillaire au deſſus du niveau de celle dans laquelle il étoit plongé, ou au deſſus de celui où elle étoit dans le tube non-capillaire, avec lequel il forme un ſyphon renverſé, on n'a pas manqué d'en conjecturer la poſſibilité du mouvement perpétuel; car, a-t-on dit, ſi l'eau s'éleve à la hauteur d'un pouce au deſſus de ce niveau, interrompons ſon aſcenſion, en ne donnant au tube que trois quarts de pouce: l'eau s'élevera donc au deſſus de l'orifice, & retombant par les côtés dans le vaſe, il s'en élevera d'autre, & ainſi ſans ceſſe: ou bien, que l'eau élevée dans la branche capillaire du ſyphon ſoit dérivée par un tube incliné dans l'autre branche, il ſe fera un mouvement de circulation continuel; & voilà un mouvement perpétuel donné par la nature.

Mais malheureuſement l'expérience ne confirme pas cette idée. Si l'on intercepte l'aſcenſion de l'eau dans un tube capillaire, en le coupant, par exemple, à la moitié de la hauteur à laquelle elle devroit s'élever, l'eau ne s'éleve pas pour cela au deſſus de l'orifice pour retomber ſur les côtés. Il en eſt de même de l'autre tentative.

Mais en voici une fort ingénieuſe, & telle, qu'il eſt bien difficile de reconnoître la cauſe de ſon peu de ſuccès.

Soit le tuyau capillaire ABC, mais dont la longue branche ſoit d'un diametre beaucoup plus petit que l'autre. On ſuppoſe que l'orifice A étant Pl. 4, fig. 25.

plongé dans l'eau du vaſe DE, elle s'éleve juſqu'en B, ſommet de la courbure du tuyau; dans l'autre branche BC, l'eau ne s'éleveroit que de la hauteur CH au-deſſus du niveau.

Retournons à préſent ce ſyphon, rempliſſons-le d'eau, & plongeons-le à la profondeur ſuffiſante pour que l'eau pût s'élever, comme il a été dit ci-deſſus, juſqu'à la courbure B : il paroît évident & inconteſtable que l'eau qui remplira la partie BH, forcera en enbas l'eau contenue en CN. Or cela ne peut ſe faire ſans que l'eau contenue en AB la ſuive; ainſi l'eau montera continuellement de A en B, & retombera par la branche BC dans le vaſe. Ainſi voilà un mouvement perpétuel.

Rien de plus ſpécieux; mais malheureuſement encore l'expérience détruit cette illuſion : l'eau ne tombe point par la branche BC; au contraire, elle remonte juſqu'à ce que la branche AB ſoit ſeule remplie.

Nous croyons devoir joindre ici une autre idée de mouvement perpétuel au moyen de deux ſyphons, quoique ce ne ſoient pas préciſément des ſyphons capillaires qui y ſoient employés. Elle mérite d'autant plus attention, que ce n'eſt pas un homme ſans nom qui l'a propoſée, mais un homme des plus célebres avec raiſon dans les mathématiques; pour le dire enfin en un mot, l'illuſtre Jean Bernoulli.

Soient, dit M. Bernoulli, deux liqueurs miſcibles entr'elles, & dont les peſanteurs ſpécifiques ſoient comme les lignes AB, CD : on ſçait que ſi deux tuyaux, communiquant l'un à l'autre, ont leurs hauteurs au deſſus de la branche de communication dans ce même rapport, on pourra remplir la branche la moins haute du fluide le plus

peſant, & la plus haute du plus léger, & que ces deux fluides ſe tiendront en équilibre ; d'où il ſuit que ſi la branche la plus haute étoit recoupée quelque peu au deſſous de la longueur qu'elle doit avoir, le fluide contenu dans cette branche pourroit couler dans la plus baſſe.

Suppoſons maintenant que la branche la moins élevée EF, ſoit remplie d'un fluide compoſé de deux liqueurs de différentes peſanteurs ſpécifiques, & qu'au point F ſoit établi un filtre qui ne laiſſe paſſer que la plus légere ; que le tube FG ſoit rempli de celle-ci, & qu'il ſoit un peu moins haut, pour établir l'équilibre entre la liqueur de la branche EF, & celle de la derniere FG. Pl. 4, fig. 26.

Les choſes étant ainſi, & le filtre ne laiſſant paſſer que la liqueur la plus légere, celle-ci, en vertu de l'équilibre rompu, ſera pouſſée dehors par l'orifice G, & conſéquemment pourra, par un petit tuyau de dérivation, être ramenée dans l'orifice E, où elle ſe mêlera de nouveau à la liqueur contenue dans EF ; & cela continuera toujours, car la colonne de liqueur GF ſera toujours trop légere pour contre-balancer la colonne de liqueur compoſée EF. Ainſi voilà un mouvement perpétuel ; & c'eſt celui, dit M. Bernoulli, par lequel la nature entretient les fleuves au moyen de l'eau de la mer. Car, tenant encore aux idées anciennes ſur l'origine des fontaines, il imaginoit que c'étoit par un mécaniſme ſemblable que l'eau de la mer, dépouillée de ſon ſel, parvenoit au ſommet des montagnes. Il rejetoit ſeulement l'idée de ceux qui prétendoient qu'elle s'élevoit au deſſus de ſon niveau par une ſuite de la propriété des tuyaux capillaires ; car il remarquoit qu'elle n'auroit pu couler au bas.

Nous n'oſons dire ce qui arriveroit, ſi l'on pouvoit parvenir à remplir les ſuppoſitions de M. Bernoulli : cependant nous ſommes très-portés à croire que cela ne réuſſiroit pas ; & de même que le raiſonnement précédent ſur les tubes capillaires, quoiqu'en apparence convainquant, eſt néanmoins démenti par l'expérience, nous croyons que celui de M. Bernoulli le ſeroit pareillement.

PROBLÊME L.

Force prodigieuſe de l'humidité pour enlever des fardeaux.

UN des phénomenes les plus ſinguliers de la phyſique, eſt la force avec laquelle agiſſent les vapeurs de l'eau ou l'humidité pour pénétrer dans les corps qui en ſont ſuſceptibles. Qu'on attache un fardeau très-conſidérable à une corde bien ſeche & bien tendue ; que cette corde ſoit de la longueur préciſe pour que le fardeau repoſe ſeulement à terre : vous n'avez qu'à mouiller la corde, vous verrez ce fardeau ſoulevé.

Tout le monde ſçait ce qu'on raconte du fameux obéliſque élevé par Sixte V devant Saint-Pierre de Rome. On prétend que le chevalier Fontana, que ce pape avoit chargé d'élever ce monument, fut ſur le point de voir manquer ſon opération, lorſqu'il fallut le placer ſur ſon piédeſtal. Il étoit en l'air ; mais les cordes s'étant un peu relâchées, la baſe de l'obéliſque ne pouvoit atteindre le deſſus du piédeſtal. Un François cria, dit-on, au haſard de la vie, de mouiller les cordes : le conſeil fut ſuivi, & l'obéliſque s'éleva, comme de lui-même, à la hauteur néceſſaire pour ſe placer debout ſur le piédeſtal préparé.

Au reſte cette hiſtoire, quoique répétée partout, n'en eſt pas moins un conte. On n'a qu'à lire la deſcription de la manœuvre par laquelle le chevalier Fontana éleva ſon obéliſque, & l'on verra qu'il n'avoit pas beſoin de ce ſecours. Deux tours de plus de ſes cabeſtans étoient plus faciles à faire, que d'aller chercher des éponges & de l'eau pour mouiller ſes cables. Mais le conte eſt établi, & on le répétera encore long-temps, ſurtout en France, parcequ'il y eſt queſtion d'un François.

Quoi qu'il en ſoit, voici un ſecond exemple de la force de l'humidité pour ſurmonter les plus grandes réſiſtances : c'eſt le moyen par lequel on fait les meules de moulins. Lorſqu'on a trouvé une maſſe de meuliere aſſez conſidérable, on la taille en forme de cylindre de pluſieurs pieds de hauteur : il s'agit enſuite de la recouper par tranches horizontales, pour en former autant de meules. Pour cet effet, on ſe contente de faire tout autour des tranchées circulaires & horizontales, aux diſtances convenables pour l'épaiſſeur qu'on veut donner à ces meules. On fait ſécher au four des coins de bois de ſaule, qu'on enfonce enſuite dans ces tranchées à coups de maſſe. Lorſqu'ils ſont ſuffiſamment enfoncés, on les mouille, ou même on ſe contente de les laiſſer expoſés à l'humidité de la nuit : on trouve le lendemain chaque tranche ſéparée, & toutes les meules déroquées. Tel eſt le procédé que, ſelon M. de Mairan, on ſuit en divers endroits pour cette fabrique.

Par quel mécaniſme un pareil effet s'opere-t-il ? C'eſt une queſtion que ſe fait M. de Mairan, & à laquelle il me ſemble qu'il répond mal. Pour nous, nous penſons que c'eſt l'effet de l'attraction

par laquelle l'eau ſe porte dans les tuyaux capillaires infiniment étroits dont le bois eſt plein. Suppoſons en effet un de ces tuyaux extrêmement petit, comme d'une centieme de lignes de diametre Suppoſons de plus, que les parois en ſoient inclinées d'une ſeconde; que la force avec laquelle l'eau tend à s'introduire dans ce tuyau, ſoit d'un quart de grain : cette force ſi légere tendra à écarter les parois flexibles du tube, avec une force d'environ 50000 grains, qui font 5 livres & demie. Que dans un pouce de longueur il y ait ſeulement 50 de ces tubes, ce qui fait 2500 dans le pouce quarré, il en réſultera un effort de 13700 livres. Un coin de ceux dont on a parlé, peut bien être de 4 à 5 pouces quarrés ſur ſa tête : ainſi voilà 52 ou 65 mille livres d'effort qu'il exerce. Suppoſons-en environ 10 dans le contour d'un tambour deſtiné à former des meules ; ils exerceront enſemble un effort de 520 ou 650 milliers. Il ne doit plus paroître étonnant qu'ils produiſent une ſéparation entre les blocs dans les intervalles deſquels on les a introduits.

PROBLÊME LI.

De la Machine ou Digeſteur de Papin.

LA machine ou le digeſteur de Papin, eſt un vaſe au moyen duquel on donne à l'eau un degré de chaleur ſupérieur à celui de l'eau bouillante. En effet, l'eau expoſée à l'air ordinaire ou à la ſimple preſſion de l'atmoſphere, ne peut prendre, quelque fort qu'elle bouillonne, qu'un degré de chaleur qui ne varie point ; mais celle qui eſt renfermée dans la machine ou le di-

geſteur de Papin, y prend un tel degré de chaleur, qu'on peut, par ſon moyen, exécuter des opérations auxquelles l'eau bouillante ordinaire eſt abſolument inſuffiſante: on en verra la preuve dans la deſcription des effets qu'on obtient par cette machine.

Il ſuffit pour cela de contenir l'eau dans un vaſe dont elle rempliſſe toute la capacité, & qui ſoit aſſez ſolide pour réſiſter à l'effort qu'elle exerce contre ſes parois. Ce vaſe peut par conſéquent être de la forme qu'on voudra, quoique la forme cylindrique ou ſphérique y ſoit à préférer; mais il faut qu'il ſoit de cuivre ou de bronze: il faut de plus que le couvercle s'y adapte de maniere à ne laiſſer aucun interſtice par lequel l'eau puiſſe s'échapper. Pour empêcher plus sûrement que le vaſe n'éclate, on pratique au côté du vaſe ou au couvercle un trou de quelques lignes, garni d'un tuyau montant, ſur lequel on place un bras de levier retenu par un poids. Ce bras de levier ſert, pour ainſi dire, de modérateur à la chaleur; car s'il n'y avoit aucun poids ſur l'orifice de ce régulateur, l'eau parvenue au degré d'ébullition ordinaire fuiroit preſque toute par cette ouverture, ou en eau, ou en vapeurs: ſi le poids eſt léger, il faudra, pour le ſoulever, qu'elle prenne un degé de chaleur plus grand. S'il n'y avoit point de ſemblable régulateur, la machine pourroit éclater en morceaux, par l'effort de l'expanſion de l'eau. C'eſt pourquoi il eſt à propos que la machine ſoit en cuivre ou en fer ductile, & non en fer de fonte; car ces premiers métaux n'éclatent pas en morceaux comme le dernier, mais ſe déchirent en quelque ſorte; ce qui ne produit pas des accidents dangereux, comme fait le dernier en éclatant.

La machine donc ainſi conſtruite, on la remplit d'eau, on y adapte le couvercle, qu'on aſſure ſur la machine par un cadre de fer qui l'embraſſe de haut en bas, & la ſerre fortement par des vis : on finit de la remplir par le petit tuyau de régiſtre, & on l'expoſe au feu des charbons ardents. L'eau ne ſçauroit y bouillonner, mais elle y prend un tel degré de chaleur, qu'elle peut ramollir & décompoſer en peu de temps les corps les plus durs, tandis que l'on n'en viendroit pas à bout par l'ébullition ordinaire, prolongée pendant des ſemaines entieres : on dit même qu'on peut pouſſer cette chaleur juſqu'à faire rougir la machine ; dans lequel cas il eſt clair que l'eau même eſt réduite au même état : mais je crois cette expérience fort dangereuſe.

Quoi qu'il en ſoit, voici quelques effets de cette chaleur pouſſée ſeulement à trois, quatre ou cinq fois celle de l'eau bouillante.

La corne de bœuf, l'ivoire, les écailles de tortue, y ſont en peu de temps ramollis, & enfin réduits en une eſpece de gelée.

Les os les plus durs, comme de la cuiſſe de bœuf, y ſont pareillement ramollis, & enfin entiérement décompoſés, de maniere que la partie gélatineuſe en eſt ſéparée, & le reſtant n'eſt plus que la matiere terreuſe. Lorſqu'on n'a employé à cette décompoſition que le degré de chaleur convenable, cette gelée peut ſe raſſembler ; elle ſe coagule à meſure qu'elle ſe refroidit, & peut faire du bouillon nourriſſant, qui ſeroit même tout auſſi bon que le bouillon ordinaire, s'il n'avoit pas un peu de goût empyreumatique. On peut faire abſolument deſſécher ces tablettes de gelée, & elles ſe conſervent très-bien, pourvu qu'elles ſoient à

l'abri de l'humidité. Elles peuvent ſuppléer au bouillon de viande, &c.

On peut concevoir par-là combien cette machine préſente d'utilité aux arts, à l'économie, à la navigation.

On pourroit, de ces os rejetés comme inutiles, tirer pour les pauvres une ſubſiſtance dans les temps de diſette, où quelques onces de pain, avec le bouillon provenant de ces tablettes, leur feroient un aliment ſain & plein de ſubſtance.

Les marins pourroient emporter avec eux, dans de longues navigations, de pareilles tablettes renfermées dans des jarres ſcellées hermétiquement; elles coûteroient infiniment moins que des tablettes de viande, puiſque la matiere dont ces premieres ſeroient retirées n'a aucune valeur. Les matelots, qui ne vivent habituellement que de viande ſalée, ſeroient moins expoſés au ſcorbut. On pourroit tout au moins réſerver ces tablettes pour les temps de diſette de viande fraîche ou d'aliments quelconques, ce qui arrive ſi ſouvent à la mer. Quel avantage de pouvoir tenir raſſemblée dans un petit volume la partie nourriſſante de dix bœufs! car, puiſqu'une livre de bœuf contient au plus une once de matiere gélatineuſe réduite à ſiccité. Il ſuit que 1500 peſant de cette viande, ce qui eſt tout au plus le poids d'un bœuf, n'en donneroient que 94 livres, qui pourroient facilement tenir dans une jarre de grès.

Dans les arts enfin, combien d'utilité à retirer d'une machine où les matieres les plus dures, comme l'ivoire, la corne, les os, les bois, ſont amollies, & rendues ſuſceptibles d'être moulées, & de garder la forme qu'on leur aura donnée!

PROBLÊME LII.

Pourquoi dans l'hiver, lorſque le temps ſe radoucit tout-à-coup, l'air intérieur des maiſons continue, même pendant pluſieurs jours, à être plus froid que l'extérieur ?

CETTE queſtion ne ſera pas fort embarraſſante pour ceux à qui les phénomenes de la communication de la chaleur ſont connus. Ils ſçavent en effet que plus un corps eſt rare, moins il faut de temps pour l'échauffer ou le refroidir; qu'au contraire, plus il eſt denſe, plus il retient, pour ainſi dire, avec opiniâtreté la chaleur qu'il a une fois reçue.

D'après cela on ſent aiſément que, quand le froid a régné pendant quelque temps, tous les corps qui compoſent nos maiſons ſe ſont refroidis au même degré que l'air extérieur. Mais lorſque cet air extérieur, par quelque cauſe particuliere, devient tout-à-coup plus chaud, ces mêmes corps ne prennent pas tout de ſuite la même température; ils ne perdent que peu à peu celle qu'ils avoient reçue; & pendant tout ce temps l'air intérieur, qui en eſt environné de toutes parts, conſerve le même degré de froid.

Les maiſons bâties bien ſolidement, c'eſt-à-dire de bonnes & fortes pierres de taille, qui ont des murs fort épais, doivent par cette raiſon conſerver beaucoup plus long-temps le froid qu'elles ont une fois reçu de l'air extérieur; & par cette même raiſon, l'air y reſtera pendant plus long-temps dans une température inférieure à celle de l'extérieur, que dans une maiſon plus légérement bâtie; par la même raiſon enfin, il y fera

auſſi moins froid dans le commencement de l'hiver, que dans une maiſon moins ſolide.

PROBLÊME LIII.

De quelques ſignes naturels auxquels on peut prévoir le changement de la température actuelle de l'air.

CETTE partie de la phyſique eſt, nous l'avouons, encore fort peu avancée. Nous ne connoiſſons perſonne qui ait fait une ſuite ſuffiſante d'obſervations, pour montrer la liaiſon des changements de la température de l'air avec les divers ſignes phyſiques qu'on en répute ordinairement comme les avant-coureurs. Je comptois trouver ſur ce ſujet beaucoup de choſes dans le *Traité de Météorologie* du P. Cotte ; mais cet ouvrage, extrêmement utile à d'autres égards, ne touche pas un ſeul mot de cette matiere *. Nous nous bornerons donc ici à rapporter quelques-uns des ſignes qu'on donne communément comme annonces du beau ou du mauvais temps. Les voici. Nous ne les garantiſſons point ſans exception.

1. Lorſqu'en hiver on voit le matin ſur la terre une groſſe roſée blanche, il ne manque guere de pleuvoir le ſecond ou troiſieme jour au plus tard.

2. On a auſſi remarqué qu'il pleut ordinairement le jour où le ſoleil paroît rouge ou pâle, ou bien le lendemain, quand le ſoleil ſe couche en-

* *Note du Cenſeur.* Il y a l'ouvrage de M. Toaldo, qui contient probablement ce que l'auteur a vainement cherché dans celui du P. Cotte ; mais je ne le connois pas moi-même aſſez pour l'aſſurer.

veloppé d'un gros nuage ; & alors, s'il pleut d'abord, il fait le lendemain beaucoup de vent. Cela arrive auſſi preſque toujours, lorſque le ſoleil en ſe couchant paroît pâle.

3. Lorſque le ſoleil eſt rouge à ſon couchant, c'eſt ordinairement un ſigne de beau temps pour le lendemain ; & au contraire, s'il eſt rouge en ſe levant, il y a ordinairement le lendemain pluie ou grand vent.

4. Lorſque le ſoleil étant couché, ou peu avant qu'il ſe leve, on voit s'élever ſur les eaux & les endroits humides une vapeur blanche, on peut conjecturer avec vraiſemblance que le jour ſuivant ſera beau.

5. La lune donne des marques d'une pluie future lorſqu'elle eſt pâle, de vent quand elle eſt rouge, & de beau temps lorſqu'elle eſt claire & argentine ; ſelon ce vers latin :

Pallida luna pluit, rubicanda flat, alba ſerenat.

6. On a des marques en été d'une tempête future, quand on voit dans le ciel de petites nuées noires, détachées & plus baſſes que les autres, errer çà & là ; ou bien lorſqu'au lever du ſoleil on voit pluſieurs nuages s'aſſembler à l'occident. Si au contraire ces nuages ſe diſſipent, c'eſt une marque de beau temps. Enfin, quand le ſoleil paroît double ou triple au travers des nuages, il pronoſtique une tempête de longue durée. On a encore des marques d'une grande tempête, quand on voit autour de la lune deux ou trois cercles interrompus & tachetés.

7. Quand on voit une iris, ou plutôt un halon

autour de la lune, c'eſt un ſigne qu'il y aura de la pluie; & lorſque, dans un air ſerein & clair, on voit un halon autour du ſoleil, c'eſt encore un ſigne de pluie; mais c'en eſt un de beau temps, quand ce halon paroît en temps de pluie.

8. Lorſque le temps eſt extraordinairement tranquille & peſant, que les animaux donnent des ſignes d'effroi, on peut preſque aſſurément compter ſur une grande tempête. Le barometre deſcend dans ce cas tout-à-coup, & extraordinairement bas.

9. On a pluſieurs autres ſignes d'une pluie peu éloignée, dans les actions de quelques animaux, ſçavoir:

Quand on a coutume de voir les oiſeaux plus occupés que de coutume à chercher dans leurs plumes les petits inſectes qui les moleſtent;

Lorſque ceux qui ont coutume de ſe tenir ſur les branches des arbres fuient dans leurs nids;

Lorſque les foulques & les autres oiſeaux d'eau, ſur-tout les oies, criaillent plus qu'à l'ordinaire;

Lorſque les hirondelles raſent en volant la ſurface de la terre;

Quand les pigeons retournent dans leur colombier avant l'heure accoutumée;

Quand certains poiſſons, comme les marſouins, viennent ſe jouer à la ſurface de l'eau;

Lorſque les abeilles ne quittent pas leurs ruches, ou s'en éloignent peu;

Quand les moutons ſautent extraordinairement, & ſe battent les uns les autres avec leurs têtes;

Lorſque les ânes ſecouent les oreilles, ou qu'ils ſont extraordinairement piqués de mouches ;

Quand les mouches & les puces piquent plus vivement & plus opiniâtrément qu'à l'ordinaire ;

Lorſqu'il ſort de la terre une grande quantité de vers ;

Quand les grenouilles croaſſent plus qu'à l'ordinaire ;

Lorſque les chats ſe frottent la tête avec les pattes de devant, & qu'ils ſe nettoient le reſte du corps avec la langue ;

Lorſque les renards & les loups heurlent fortement ;

Quand les fourmis quittent leur travail, & ſe vont cacher dans la terre ;

Lorſque les bœufs liés enſemble levent la tête en haut, & ſe lechent le muſeau ;

Lorſque le coq chante avant ſon heure accoutumée ;

Quand les poules aſſemblées ſe preſſent dans la pouſſiere ;

Lorſqu'on entend crier les crapauds en des lieux élevés.

10. On peut preſque aſſurer que la pluie ne ſera pas de longue durée, quand, malgré la pluie, on apperçoit quelque petit eſpace du ciel bleu : c'eſt un ſigne fort connu des chaſſeurs.

11. Les très-grandes tempêtes, ſur-tout lorſqu'elles ſont accompagnées de tremblements de terre, ſont toujours précédées d'un calme extraordinaire de l'air, mais de ce calme effrayant, qui ſemble être le ſilence de la nature prête à entrer en

convulſion. Les animaux, plus ſenſibles que nous à ces indications naturelles, en ſont épouvantés, & ſe hâtent de regagner leur gîte. Quelquefois on entend un bruit ſouterrain & ſourd. Quand tous ces ſignes ſont réunis, hâtez-vous de fuir de vos maiſons, habitants des pays malheureux ſujets à ces fléaux déſolants, ſi vous ne voulez courir le riſque d'être écraſés ſous les débris de vos foyers.

Nous épargnerons, au reſte, à nos lecteurs la prolixe deſcription que le bon M. Ozanam, ou ſon continuateur, fait ici d'une de ces tempêtes, qui déſola le royaume de Naples, du temps de la fameuſe reine Jeanne; des proceſſions & des cris du peuple conſterné; &c. M. Ozanam avoit apparemment beſoin de quelques pages faciles à compiler, pour remplir ſa tâche journaliere.

12. Un navigateur Anglois dit avoir obſervé que quand il y a eu une aurore boréale, on ne manque pas d'avoir, deux ou trois jours après, un coup de vent de ſud-oueſt. C'eſt un avis qu'il donne aux navigateurs qui ſont prêts à entrer dans la Manche, afin qu'ils ſe précautionnent. *Voyez* Tranſact. Philoſ., Tome LXV, p. 1.

PROBLÊME LIV.

La Fiole des Eléments.

QUELQUES philoſophes ont voulu donner une idée de l'arrangement invariable & néceſſaire des quatre éléments, par le petit inſtrument que nous allons décrire.

Prenez du verre ou de l'émail noir, ou autre corps vitreux pulvériſé, pour repréſenter la terre.

L'eau ſera repréſentée par l'alkali fixe de tartre

tombé en *deliquium*, autrement appelé *huile de tartre*.

On repréſentera l'air par de l'eſprit-de-vin légérement teint en bleu, au moyen du tourneſol.

Enfin l'on repréſentera le feu au moyen de l'huile de pétrole très-rectifiée, qu'on teindra d'une légere couleur rouge avec le bois de Bréſil.

Ayant préparé ces quatre matieres, rempliſſez-en à peu près les quatre cinquiemes d'une fiole de verre beaucoup plus longue que large, en ayant l'attention d'en mettre à peu près autant de chacune, & bouchez la fiole hermétiquement. Lorſque vous la ſecouerez, tout ſe confondra; mais en la laiſſant repoſer, ces quatre matieres ſe ſépareront: le verre ou émail pulvériſé ira au fond, au deſſus de lui ſe placera l'alkali fixe ou huile de tartre, viendra enſuite l'eſprit-de-vin, & enfin l'huile de pétrole, ſuivant l'ordre de leurs gravités ſpécifiques.

REMARQUE.

IL eſt aiſé de voir que les philoſophes auteurs de cette prétendue repréſentation des éléments, étoient d'aſſez pauvres philoſophes; car, quoiqu'il ſoit vrai qu'en général la terre ſoit plus peſante que l'eau, celle-ci plus que l'air, ce dernier plus que le feu, il eſt très-faux que le feu occupe la partie ſupérieure: il regne certainement dans les eſpaces céleſtes un froid très-rigoureux. D'ailleurs tous les éléments ſont ordinairement très-mélangés enſemble, puiſque la pierre la plus dure contient un tiers d'eau, & un grand nombre de fois ſon volume d'air, & plus ou moins de feu, ſelon ſa température.

PROBLÊME

PROBLÊME LV.

Séparer deux liqueurs mélangées enſemble.

CETTE opération n'eſt qu'une application de la propriété des tubes capillaires, & de cette loi de la nature par laquelle des fluides homogenes, qui ſont à proximité, ſe réuniſſent. C'eſt ce qu'on remarque dans deux gouttes de mercure, ou d'eau, ou d'huile, qui viennent à ſe toucher. Il eſt même probable qu'avant le contact elles s'allongent & s'approchent mutuellement l'une de l'autre.

Quoi qu'il en ſoit, veut-on ſéparer, par exemple, l'eau de l'huile avec laquelle elle eſt mélangée, on prend une languette de drap ou d'éponge, qu'on imbibe bien avec de l'eau; on la place enſuite trempant par un bout dans le vaſe où ſont les liqueurs à ſéparer: il faut que l'autre bout, paſſant au deſſus du bord du vaſe, tombe beaucoup plus bas que la ſurface de la liqueur: on verra bientôt ce bout dégoutter, & il attirera ainſi & ſéparera toute l'eau mélangée avec l'huile.

Si on eût voulu tirer l'huile, il eût fallu imprégner le filtre de cette liqueur.

Mais on ſe tromperoit, ſi l'on imaginoit ſéparer ainſi du vin d'avec l'eau, de l'eſprit-de-vin d'avec la même liqueur: il faut, pour que l'opération réuſſiſſe, que les deux liqueurs ſoient à peu près immiſcibles l'une avec l'autre, ſinon elles paſſent toutes deux à-la-fois. On ne doit donc nullement compter ſur ce moyen pour ſéparer l'eau d'avec le vin, quoiqu'on donne ce procédé dans les éditions précédentes des *Récréations Mathématiques & Phyſiques*, avec pluſieurs autres

très-puériles. A la vérité la partie colorante du vin paroît reſter en arriere, parcequ'elle eſt moins atténuée que le flegme & l'eſprit; mais dans le fond ces deux liqueurs, dans leſquelles conſiſtent eſſentiellement le vin, ne ſont pas ſéparées l'une de l'autre.

PROBLÊME LVI.

Quelle eſt la cauſe de l'ébullition de l'eau?

QUOIQUE cette queſtion paroiſſe d'abord peu intéreſſante, elle ne laiſſe pas de mériter d'être diſcutée; car on ſe tromperoit ſi l'on penſoit que ce ſoulevement qu'on obſerve dans l'eau bouillante, ſoit une ſuite néceſſaire de la chaleur qu'elle a reçue. L'expérience ſuivante prouve le contraire.

Plongez avec les précautions néceſſaires un vaſe, une bouteille pleine d'eau, par exemple, dans de l'eau qui bout à gros bouillons dans un chaudron; cette eau ne tardera pas à prendre un degré de chaleur abſolument égal à celui de l'eau qui bouillonne: un thermometre le démontrera; cependant on n'y appercevra pas le moindre bouillonnement.

Quelle eſt donc la cauſe de celui qu'on obſerve dans l'eau qui reçoit immédiatement l'action du feu?

Nous penſons que ce bouillonnement eſt l'effet des portions de l'eau qui touchent les parois du vaſe, tout-à-coup changées en vapeurs par le contact de ces parois; car lorſqu'un vaſe repoſe ſur des charbons ardents, ſon fond tend à recevoir un degré de chaleur beaucoup ſupérieur

à celui qui eſt néceſſaire pour qu'une goutte d'eau tombant deſſus, ſoit ſur le champ convertie en vapeurs. La pellicule d'eau qui touche ce fond doit donc continuellement ſe changer en vapeurs, & s'y change en effet ; car on voit ſans ceſſe s'élever du fond, des bulles d'un fluide élaſtique, & ce ſont ces bulles qui, portées d'un mouvement accéléré à la ſurface, à cauſe de leur légéreté, y occaſionnent ce ſoulevement qui conſtitue le bouillonnement.

Mais la matiere d'un vaſe plongé dans ce liquide, ne peut prendre un degré de chaleur plus grand que celui de l'eau bouillante, puiſque, quelque fort que ſoit ce bouillonnement, l'eau n'en contracte pas un plus grand degré de chaleur. D'un autre côté, un métal échauffé au degré ſeulement de l'eau bouillante, ne convertit point en vapeurs l'eau qui le touche ; ainſi celle qui eſt contenue dans le vaſe intérieur, quoique devenue auſſi chaude, ne peut bouillonner. Telle eſt l'explication des deux phénomenes ; & leur liaiſon néceſſaire entr'eux, ainſi qu'avec la cauſe aſſignée, prouve la vérité de cette cauſe.

L'eſprit-de-vin ſe convertiſſant en vapeurs à un degré de chaleur beaucoup moindre que l'eau, on fait très-bien bouillir cette premiere liqueur dans un vaſe plongé dans la derniere, lorſque celle-ci eſt parvenue au bouillonnement. C'eſt encore une ſuite de l'explication que nous avons donnée, & qui la confirme.

PROBLÊME LVII.

Quelle eſt la cauſe pour laquelle le fond d'un vaſe contenant de l'eau bouillante a gros bouillons, eſt à peine chaud?

AVANT que de rechercher cette cauſe, j'ai cru devoir commencer par m'aſſurer du fait, de crainte de donner dans le ridicule de ceux qui expliquerent ſi ingénieuſement le phénomene de la dent d'or de l'enfant de Siléſie ; phénomene qui n'étoit cependant qu'une ſupercherie, ainſi que celui arrivé au marquis de Vardes, que Régis expliqua auſſi avec beaucoup de ſagacité, & qui n'étoit qu'un tour domeſtique ; comme tant d'autres enfin, qu'il faudroit commencer par avérer avant de tenter de les expliquer. J'ai donc fait bouillir de l'eau dans un vaſe de fer & à très-gros bouillons, & ayant touché le fond pendant que le bouillonnement continuoit, j'ai vu qu'en effet il n'avoit qu'une chaleur très-médiocre : elle ne commençoit à être brûlante qu'au moment où l'ébullition ceſſoit.

Nous croyons que cet effet eſt produit de la maniere ſuivante. Nous avons fait voir plus haut, que la cauſe de l'ébullition eſt la converſion continuelle en vapeurs de la pellicule d'eau qui touche le fond du vaſe. Cette converſion en vapeurs ne peut ſe faire ſans que le fond perde continuellement la chaleur qui lui arrive par le contact des charbons ou du feu. Or, dans l'intervalle que l'on met à retirer du feu le vaſe bouillonnant & à le toucher, comme il ne lui arrive point de nouveau fluide igné, & que néanmoins le bouillonnement continue, il eſt probable que le reſtant de ce

fluide eſt abſorbé par l'eau qui touche le fond, & qui ſe convertit en vapeurs.

Sans donner cette explication comme abſolument démonſtrative, je ſuis très-porté à penſer que les choſes ſe paſſent ainſi ; & ce qui me donne cette confiance, c'eſt que pendant que le fond du vaſe dont provient le bouillonnement eſt très-peu chaud, les parois ont abſolument la chaleur de l'eau bouillante : on ſe brûleroit en y tenant le doigt auſſi long-temps qu'on peut le tenir ſur le fond. Mais le bouillonnement n'a pas plutôt ceſſé, que ce fond reçoit lui-même partie de la chaleur de l'eau, & alors on ne peut plus le toucher ſans ſe brûler.

REMARQUE.

C'EST apparemment à une cauſe ſemblable que tient la ſolution du petit problême ſuivant.

Faire fondre du plomb dans une feuille de papier.

On prend pour cet effet une balle de plomb bien liſſe ; on enveloppe cette balle avec du papier, en ayant bien ſoin qu'il ne faſſe aucune ride, & qu'il ſoit bien appliqué à la ſurface de la balle ; on la met ſur la flamme d'une bougie, ainſi enveloppée : le papier ne ſe brûle point, & la balle ſe liquéfie. Il eſt vrai que le plomb, une fois fondu, ne tarde pas à percer le papier & à s'écouler.

PROBLÊME LVIII.

Meſurer l'humidité & la ſéchereſſe de l'air : Idée des principaux Hygrometres imaginés pour cet objet ; leurs défauts : Conſtruction d'un Hygrometre comparable.

L'AIR eſt non-ſeulement peſant, il eſt non-ſeulement ſuſceptible de contracter plus ou moins de chaleur, mais il l'eſt encore d'être plus ou moins humide. Ainſi il entre dans l'objet de la phyſique de meſurer ce degré d'humidité, d'autant plus que cette qualité de l'air influe beaucoup ſur le corps humain, ſur la végétation, & ſur un grand nombre d'autres effets de la nature. C'eſt ce qui a donné lieu à l'invention de l'hygrometre, ou inſtrument propre à meſurer l'humidité de l'air.

Mais, il faut en convenir, on n'a pas encore imaginé des inſtruments qui rempliſſent à cet égard tout ce que l'on eſt fondé à deſirer. On a, à la vérité, des hygrometres qui marquent que l'air eſt plus ou moins humide qu'il ne l'étoit un peu auparavant, mais ils ne ſont pas comparables ; c'eſt-à-dire qu'on ne peut point, par leur moyen, comparer l'humidité d'un jour ou d'un lieu à celle d'un autre *. Il eſt cependant à propos de faire connoître ces différents hygrometres, ne fût-ce que pour les apprécier.

I. Comme le bois de ſapin eſt extrêmement ſuſceptible de participer à la ſéchereſſe & à l'hu-

---

* *Note du Cenſeur.* Cela n'eſt pas entiérement exact. M. de Luc donne dans les *Tranſactions Philoſophiques*, la conſtruction d'un hygrometre qui approche fort de ce que l'on peut deſirer à cet égard. On l'a ajoutée à cet article.

midité de l'air, on en a pris l'idée d'appliquer cette propriété à la conſtruction d'un hygrometre. Pour cet effet on place entre deux couliſſes immobiles & verticales, une petite planche de ſapin fort mince, & en travers, c'eſt-à-dire enſorte que le ſens des fibres ſoit horizontal; car c'eſt dans le ſens latéral & tranſverſal à ſes fibres, que le ſapin & les autres bois reçoivent leur extenſion par l'humidité. Le bord ſupérieur de la planchette doit porter un petit rateau qui engrénera dans un pignon, ce pignon dans une roue, & celle-ci avec un autre pignon, dont l'axe portera une aiguille. Il eſt aiſé de ſentir que, par ce moyen, le moindre mouvement que le bord ſupérieur de la planche imprimera au rateau, en s'élevant ou s'abaiſſant, ſe manifeſtera par un mouvement très-ſenſible de l'aiguille; conſéquemment, ſi le mouvement de cette aiguille eſt combiné de maniere que de l'extrême ſéchereſſe à l'extrême humidité elle faſſe un tour complet, les diviſions de ce cercle ſerviront à marquer combien l'état actuel de l'air eſt éloigné de l'un ou de l'autre de ces extrêmes.

Cette invention eſt aſſez ingénieuſe, mais elle n'eſt pas ſuffiſante. Le bois retient l'humidité encore long-temps après que l'air a perdu la ſienne: d'ailleurs cette planche devient peu-à-peu moins ſenſible à l'impreſſion de l'air, & ne produit plus ſon effet.

II. On fait auſſi un hygrometre avec la barbe d'un épi d'avoine ſauvage. On la plante au milieu d'une boîte ronde, ſur le ſommet d'une petite colonne placée au centre de cette boîte; l'autre extrémité de la barbe doit paſſer par le centre du couvercle de cette boîte, dont la circonférence

ſera diviſée en parties égales ; on garnit enfin cette extrémité de la barbe d'avoine, d'une petite aiguille de papier fort légere. Il eſt néceſſaire, pour donner accès à l'air, que le contour de la boîte ſoit découpé à jour.

Lorſqu'on expoſe cet inſtrument à un air plus ſec ou plus humide, la petite aiguille tourne dans un ſens ou dans l'oppoſé.

Mais ce petit hygrometre, qui eſt fort ſenſible dans le commencement, perd peu-à-peu ſa ſenſibilité : ainſi c'eſt un inſtrument fort imparfait, de même que le ſuivant.

III. Suſpendez par ſon centre de gravité un petit plateau circulaire à une corde aſſez fine, ou à une corde de boyaux, & que l'autre extrémité de cette corde ſoit attachée à un crochet : ſuivant que l'air ſera plus ou moins humide, vous verrez le petit plateau tourner dans un ſens ou dans un autre. On peut couvrir ce petit mécaniſme d'une cloche de verre, pour empêcher le dérangement qu'occaſionneroit l'agitation de l'air ; mais il faut que la cloche ſoit élevée au deſſus de la baſe, pour que l'air ait accès ſur la corde.

C'eſt-là le principe de ces hygrometres que l'on débite communément, & qui ſont formés d'une boîte dont la face préſente l'apparence d'un bâtiment à deux portes. Sur le plateau tournant ſont placées, d'un côté une petite figure avec un parapluie, & de l'autre une femme avec ſon éventail, dans l'attitude de ſe garantir du ſoleil. Suivant que l'une ou l'autre de ces figures ſe préſente, on juge que le temps eſt humide ou diſpoſé à la pluie, ou au contraire.

IV. Si une corde de boyaux eſt attachée par une de ſes extrémités, contre une planchette de

quelque matiere qui n'en éprouve aucun effet; que de-là elle faſſe pluſieurs tours & retours ſur des poulies, comme B, C, D, E, F, G, &c; qu'enfin ſon extrémité H porte un poids: il eſt aiſé de voir qu'il devra monter ou baiſſer d'autant plus ſenſiblement par l'humidité & la ſéchereſſe, que le nombre de ces tours & retours ſera plus conſidérable. Mais on rendra cela encore plus ſenſible en attachant au bout H de la corde l'extrémité d'une aiguille HK, tournante ſur le centre I, mais dont la branche IK ſoit beaucoup plus grande que IH: le plus léger changement dans l'humidité de l'air ſe manifeſtera par le mouvement de la pointe K de l'aiguille. Pl. 4. fig. 27.

V. On pourroit tendre une corde de cinq ou ſix pieds de long, entre les arrêts A & B, ſuſpendre à ſon milieu C un poids P par un filet PC, lequel ſeroit attaché à l'extrémité D d'une aiguille tournante autour du point E, & ayant la branche EF pluſieurs fois plus longue que ED. L'humidité raccourciſſant la corde ACB, & la ſéchereſſe l'allongeant, le poids P ſera ſoulevé, ainſi que le point D; ce qui fera parcourir à la pointe de l'aiguille l'arc GH. Les diviſions indiqueront le degré de l'humidité ou de la ſéchereſſe. Fig. 28.

VI. Mettez dans le baſſin d'une balance un ſel qui attire l'humidité de l'air, & dans l'autre un poids qui faſſe exactement équilibre: le baſſin où eſt le ſel baiſſera dans un temps humide, & marquera cette diſpoſition de l'air. Il ſeroit facile d'y adapter un index, comme aux hygrometres précédents.

Mais cet inſtrument eſt le plus mauvais de tous; car un ſel plongé dans un air humide, ſe charge bien d'humidité; mais il ne la perd pas, ou ne la

perd que très-lentement, quand l'air eſt devenu ſec. L'alkali fixe du tartre continue même de s'en charger, juſqu'à ce qu'il ſoit tombé en *deliquium* ou réſout en liqueur.

VII. La muſique peut ſervir à reconnoître la ſéchereſſe ou l'humidité de l'air. Une flûte eſt plus haute en temps ſec qu'en temps humide. Si donc l'on tend une corde de boyaux entre deux arrêts, & qu'on la mette en vibration, elle rendra un ton à l'uniſſon duquel on mettra un tonometre. Si le temps devient plus humide, la corde donnera un ſon plus bas; ce ſera le contraire ſi l'air devient plus ſec.

VIII. M. de Luc, citoyen de Geneve, auquel nous avons l'obligation d'un excellent ouvrage ſur les thermometres & barometres, a tenté de faire un hygrometre comparable, & a donné ſur cet objet un Mémoire dans les *Tranſact. Philoſ.*, Tome LXI, pour l'année 1771. Voici, d'après ce Mémoire, la deſcription de ſon hygrometre.

Il eſt fort reſſemblant au thermometre. La premiere & principale piece eſt un réſervoir cylindrique d'ivoire, de 2 pouces & demi environ de hauteur, dont la cavité cylindrique eſt de 2 lignes & demie de diametre, & l'épaiſſeur de $\frac{1}{4}$ ou $\frac{3}{16}$ de ligne. Cette piece d'ivoire doit être priſe vers le milieu de l'épaiſſeur d'une dent d'éléphant, entre le centre & la ſurface; ainſi que vers le milieu de la longueur; & il eſt eſſentiel que la cavité ſoit percée dans le ſens parallele à la direction des fibres. On voit la repréſentation de cette piece dans la *fig.* 29, n° 1, où elle eſt déſignée par les lettres A B C.

Pl. 5, fig. 29, n° 1.

La ſeconde piece eſt un tuyau de cuivre, travaillé au tour, qui d'un côté eſt propre à s'emboîter

avec précision dans le cylindre d'ivoire, & de l'autre à recevoir dans sa cavité cylindrique un tube de verre, d'un quart de ligne environ de diametre intérieur. On en voit la représentation dans la *fig.* 29, n° 2. Pl. 5, fig. 29, n° 2.

L'on adapte solidement ensemble ces trois pieces, en faisant entrer dans le cylindre d'ivoire le bout du tuyau de cuivre qui doit le remplir, avec de la colle de poisson entre deux. Pour mieux attacher ces parties ensemble, on serre le collet du cylindre d'ivoire avec une virole de cuivre qui doit l'embrasser avec force.

On place aussi dans la cavité cylindrique du même tuyau, un tube de verre de 30 pouces environ de longueur, & du calibre extérieur qui convient à cette cavité. La *fig.* 29, n° 3, représente l'assemblage de ces trois pieces & l'instrument construit. Fig. 29, n° 3.

On le remplit ensuite de mercure, de maniere qu'il y en ait jusques vers le milieu de la hauteur du tube de verre. On plonge enfin le réservoir d'ivoire dans de l'eau prête à se glacer, & qu'on a soin d'entretenir dans cette température pendant plusieurs heures; car il en faut 10 ou 12 pour que l'ivoire ait pris toute l'humidité qu'elle pouvoit absorber. Aussi-tôt que ce réservoir est plongé dans l'eau, on voit le mercure descendre d'abord très-vîte, ensuite plus lentement, jusqu'à ce qu'il reste enfin stationnaire vers le bas du tube. On a soin de marquer cet endroit, qui doit être de quelques pouces au dessus de l'insertion du tube de verre dans le tuyau de cuivre, & on le marque 0; ce qui signifie zéro de sécheresse, ou plus grande humidité. Nous disons que ce point doit être quelques pouces plus haut que le tuyau

de cuivre, car on remarque que ſi on fait chauffer l'eau, & qu'on y plonge l'inſtrument, le mercure deſcend encore plus bas; & c'eſt pour y marquer ces diviſions qu'on laiſſe cet intervalle au deſſous de zéro.

Je n'entends pas trop bien, je l'avoue, la maniere dont M. de Luc s'y prend pour rendre ſon inſtrument comparable: il reſte, je crois, encore ici quelque choſe à faire pour lui aſſurer cette propriété; mais ce ſeroit une diſcuſſion un peu longue; ainſi je renvoie au Mémoire original qu'on lit dans le *Journal de Phyſique* de M. l'abbé Rozier, de l'année 1775. Il nous ſuffira de dire ici que cet hygrometre eſt fort ſenſible; qu'à peine eſt-il placé dans un air plus ou moins humide, qu'il donne des ſignes de cette ſenſibilité par l'aſcenſion ou la chute du mercure: mais il exige & exigera toujours d'être accompagné d'un thermometre; car le même degré d'humidité l'affecte davantage en temps chaud qu'en temps froid: d'ailleurs le mercure y monte ou deſcend, indépendamment de toute humidité, par le ſimple effet de la chaleur. Ainſi cet inſtrument exige une double correction; la premiere, pour tenir compte de la dilatation que le mercure reçoit par la chaleur, correction qui ſera ſouſtractive toutes les fois que cette chaleur excédera le terme de la glace; la ſeconde, pour réduire l'effet de l'humidité obſervée, à ce qu'il auroit été ſi la température avoit été à la glace.

On ſent aiſément combien il ſeroit avantageux pour la perfection de cet hygrometre, de trouver un degré de ſéchereſſe ou de moindre humidité fixe & déterminable en tout pays, pour ſervir de ſecond terme fixe, comme l'eau réduite à la tem-

pérature de la glace fondante en eſt un, ſçavoir celui de la plus grande humidité: cela ſimplifieroit beaucoup la graduation de l'inſtrument, qui me paroît compliquée & incertaïne, ſuivant la méthode de M. de Luc. Mais en voilà aſſez ſur cette matiere, que la nature de cet ouvrage ne nous permet que d'effleurer.

PROBLÊME LIX.

En ſuppoſant ce que nous avons démontré plus haut ſur la ténuité des particules de la lumiere & ſon extrême rapidité, quelle déperdition le ſoleil peut-il faire de ſa ſubſtance dans un nombre d'années déterminé?

UNE des objections les plus ſpécieuſes qui aient été faites contre la théorie newtonienne de la lumiere, eſt que, ſi la lumiere conſiſtoit dans une émanation continuelle de particules lancées du corps lumineux, le ſoleil devroit faire une telle déperdition de ſa ſubſtance, qu'il devroit être déja éteint ou anéanti depuis le temps auquel on fait vulgairement remonter ſon exiſtence. Pour nous, nous avons toujours été peu ébranlés de cette objection, & nous avions, il y a long-temps, ſenti qu'en prenant pour baſe ce qu'il étoit facile de démontrer ſur la ténuité des particules de lumiere & leur exceſſive rapidité, on pouvoit faire une hypotheſe très-vraiſemblable, d'après laquelle on feroit voir que le ſoleil n'auroit pas diminué ſenſiblement, depuis les 6000 ans que nous donnons vulgairement à ſon ancienneté. J'ai vu depuis, dans les *Tranſact. Philoſ.* Vol. LX, des calculs ſemblables de M. Horſley, qui montrent

le peu de ſolidité de cette objection. Mais comme chacun a ſa maniere de voir, voici notre raiſonnement ſur cette matiere; il n'a guere de commun avec celui du ſçavant Anglois, que la ténuité prodigieuſe de chaque particule de lumiere.

Pour former un pareil calcul, nous concevons, & je demande qu'on nous accorde qu'à chaque émanation inſtantanée de lumiere lancée du ſoleil, cet aſtre en projette hors de lui, dans tous les ſens imaginables, toutes les particules de lumiere qui ſont à ſa ſurface.

Nous demandons encore qu'on nous accorde que cette émanation n'eſt pas abſolument continue, mais compoſée d'une foule d'émanations ou de jets inſtantanés, qui ſe ſuccedent avec une rapidité prodigieuſe: nous en ſuppoſerons 10000 dans une ſeconde. Notre rétine conſervant environ $\frac{1}{8}$ de ſeconde l'impreſſion de lumiere qu'elle a reçue, il eſt évident que celle du ſoleil ſera abſolument continue à notre égard.

Nous ſuppoſons auſſi, ce qui eſt comme démontré, que le diametre d'une particule de lumiere eſt à peine la $\frac{1}{1000000000000}$ d'un pouce.

D'après ces ſuppoſitions, il eſt clair qu'à chaque émanation le ſoleil ſe dépouille d'une eſpece de pellicule lumineuſe, dont l'épaiſſeur eſt celle ci-deſſus; par conſéquent, dans une ſeconde, elle ſera la 100000000^{e} d'un pouce; conſéquemment dans 100000000 ſecondes cet aſtre aura perdu un pouce d'épaiſſeur. Or 100000000 ſecondes ſont près de trois ans; ainſi dans trois ans le ſoleil ne perdra qu'un pouce d'épaiſſeur.

Cette perte ſera donc dans 3000 ans, de 1000 pouces ou 83 pieds un tiers de profondeur; & depuis les 6000 ans que nous ſuppoſons cet

aſtre exiſter, elle ſera de 166 $\frac{2}{3}$. De-là il ſuit que, pour que le ſoleil perde une ſeconde ſeulement de ſon diametre apparent, il faudroit un intervalle de temps de quarante millions d'années ; car une diminution d'une ſeconde ſur le diametre apparent du ſoleil, répond à 180000 toiſes: donc, ſi en ſix mille ans la diminution n'eſt que d'environ 27 toiſes de profondeur, on trouve par la regle de proportion, qu'il faut 40 millions d'années pour la porter à 180000 toiſes d'épaiſſeur, ou à une ſeconde de diametre apparent.

Ainſi donc nous ne devons avoir aucune crainte que le ſoleil finiſſe ſi-tôt. Nos enfants & nos petits enfants ſont à l'abri d'être témoins de cette funeſte cataſtrophe.

Ajoutons que nous n'avons pas uſé de tous nos avantages; car nous aurions encore pu reculer conſidérablement cette époque, & en effet M. Horſley trouve un intervalle bien plus conſidérable de ce moment-ci à la conſommation abſolue du ſoleil : mais nous nous ſommes bornés aux ſuppoſitions les plus admiſſibles.

PROBLÊME LX.

Produire au milieu de la plus grande chaleur un froid conſidérable & propre à glacer l'eau : Des congelations artificielles, &c.

C'EST un phénomene bien ſingulier & bien digne d'admiration, que celui de produire au milieu de l'été un froid qui l'emporte de beaucoup ſur celui de l'hiver; & ce qui ajoute à la ſingularité, c'eſt que cette production du froid ne ſe fait qu'autant que les ingrédients qu'on emploie ſe

liquéfient ; quelquefois même, en réagiſſant l'un ſur l'autre, ils produiſent une vive efferveſcence. On va parcourir ces différents moyens de produire du froid, & l'on tentera enſuite de donner quelque explication de ce phénomene.

I. Prenez de l'eau rafraîchie ſeulement au degré de la température de nos puits, c'eſt-à-dire au 10e degré du thermometre de Réaumur ; jetez-y dedans environ 12 onces de ſel ammoniac pulvériſé par pinte : cette eau prendra tout-à-coup un degré de froid conſidérable, & égal à celui de la congelation. Si donc, dans le vaſe où l'on fait ce mélange, vous en avez un autre beaucoup moindre contenant de l'eau pure, cette derniere ſe gelera en tout ou en partie. Si elle ne ſe gele qu'en partie, faites dans un autre vaſe un mélange ſemblable au premier, & plongez-y tout-à-coup votre eau à demi gelée, elle ſe gelera entiérement.

Si vous vous ſerviez de cette eau à demi glacée, ou du moins extrêmement refroidie, dans le vaſe intérieur, & que vous y jetaſſiez du ſel ammoniac, le froid que vous produiriez ſeroit beaucoup plus conſidérable, & certainement il en réſulteroit tout-à-coup un froid de pluſieurs degrés au deſſous de la glace.

En faiſant ce mélange dans un vaſe plat, ſur une table, avec un peu d'eau entre deux, la glace qui ſe formera au deſſous rendra le vaſe adhérent à la table.

Il faut accélérer autant qu'il eſt poſſible la diſſolution du ſel, en remuant le mélange avec un bâton ; car plus cette diſſolution eſt prompte, plus grand eſt le froid.

II.

II. Pulvériſez de la glace, & mêlez avec elle deux parties de ſel marin pour une de glace; remuez bien le mélange; à meſure qu'il fondra, il s'excitera au milieu de cette maſſe un froid égal à celui de nos plus grands hivers. M. de Réaumur eſt parvenu par ce moyen à produire un froid de 13° au deſſous de la congelation.

En employant du ſalpêtre à même doſe, on ne produit qu'un froid de 3 à 4 degrés au deſſous de ce terme. Ainſi, comme l'obſerve encore M. de Réaumur, on eſt dans l'erreur lorſqu'on penſe que le ſalpêtre vaut mieux que le ſel marin. On n'emploie le ſalpêtre que parcequ'il eſt bien moins cher, & que d'ailleurs, dans l'uſage ordinaire auquel on deſtine ce froid artificiel, on n'a pas beſoin qu'il ſoit ſi conſidérable.

On pourroit, au lieu de ſalpêtre, employer de la ſoude d'alicante, ou des cendres de bois neuf, qui contiennent un ſel équivalent: on obtiendroit à peu près le même effet, & à bien moindres frais.

III. Mais voici un troiſieme moyen de produire un froid plus conſidérable que les précédents. Prenez de la neige, & de l'eſprit de nitre bien concentré, refroidis l'un & l'autre au degré de la glace; verſez cet eſprit de nitre ſur la neige: il s'y excitera tout de ſuite un froid de 17 degrés au deſſous de la congelation.

Si vous voulez produire encore un froid plus conſidérable, environnez cette neige & cet eſprit de nitre avec de la glace & du ſel marin, qui y produiront un froid de 12 à 13 degrés au deſſous de zéro; ſervez-vous enſuite de cette neige & de cet eſprit de nitre ainſi refroidis: vous produirez par leur moyen un froid de 24 degrés, froid

beaucoup plus grand que celui que Farenheit étoit venu à bout de produire, car il n'a pas passé au-delà du 8e degré de son thermometre au dessous de zéro; ce qui revient au 17e degré & $\frac{7}{9}$ de Réaumur au dessous du même terme.

Mais tout cela n'est rien encore, en comparaison de ce que les physiciens de Pétersbourg ont exécuté sur la fin de 1759. Aidés d'un froid de 30 degrés & au-delà, ils firent refroidir de la neige & de l'esprit de nitre à cette température, & par ce moyen ils obtinrent un degré de froid qui, réduit au thermometre de Réaumur, alloit au 170e degré au dessous de zéro. Chacun sçait que le mercure y gela. Nous avons parlé ailleurs des conséquences de cette expérience.

IV. Un quatrieme moyen de produire un froid supérieur même à celui qui suffit pour glacer l'eau, est celui-ci. Il est fondé sur une propriété bien singuliere des fluides évaporables. Plongez la boule d'un thermometre dans un de ces fluides, de l'esprit-de-vin bien déflegmé, par exemple, & balancez-le ensuite dans l'air, pour exciter l'équivalent d'un vent qui fait évaporer ce fluide; vous verrez le thermometre descendre: vous pourrez même, du moins en employant de l'æther, la plus évaporable des liqueurs, faire baisser le thermometre de 8 à 10 degrés au dessous de zéro.

Il y auroit des choses bien curieuses à dire sur cette propriété de l'évaporation; mais cela nous meneroit trop loin. Nous nous bornerons à observer que ce moyen de refroidir les liqueurs n'est pas inconnu dans l'Orient. Les voyageurs qui veulent boire frais, mettent leur eau dans des vases d'une àrgile poreuse, qui laisse suinter à travers elle une humidité. Ces bouteilles, on les

ſuſpend aux côtés du chameau, enſorte qu'elles ſont dans un mouvement continuel, qui équivaut à un petit vent qui viendroit frapper deſſus, & qui fait évaporer cette humidité. Cela rafraîchit le reſtant de la liqueur de telle ſorte qu'elle approche du degré de froid de la glace.

Diſons maintenant quelque choſe ſur la cauſe de ces effets ſinguliers, & commençons par les moyens expliqués dans les trois premiers articles.

Lorſqu'on mêle enſemble de la glace & du ſel marin, ou de l'eſprit de nitre & de la neige très-refroidie, on obſerve que le froid ne ſe produit qu'autant que ces mélanges ſe mettent en fuſion. D'après ce fait, je conjecture que le mélange abſorbe le fluide igné qui eſt répandu dans les corps environnants, ou que le mélange environné, ce qui eſt la même choſe. Le mélange fondant fait ici quelque choſe de ſemblable à ce que fait une éponge deſſéchée & appliquée à un corps humide : tant qu'elle ſera ſimplement ſerrée contre lui, il reſtera dans ſon état ; mais ſitôt que l'éponge pourra prendre ſon volume, elle aſpirera une bonne partie de l'humidité contenue dans ce corps. J'avoue qu'on ne voit pas le mécaniſme par lequel le mélange frigorifique produit le même effet ; mais j'oſe regarder la comparaiſon ci-deſſus comme pouvant en donner une idée.

Quant à celui par lequel une liqueur évaporable refroidit les corps de deſſus leſquels elle s'évapore, il me ſemble que la raiſon la plus probable qu'on puiſſe en donner, eſt une affinité de cette liqueur avec celle du feu, qui fait que chacune de ſes molécules, en s'envolant, emporte avec elle une ou quelques-unes de celles du feu contenu dans ce corps. Mais pourquoi ces molécules de la

liqueur évaporable ne ſe combinent-elles pas plutôt avec le feu que l'air peut lui fournir, & avec lequel cet élément paroît avoir moins d'adhérence qu'avec les corps ſolides, puiſqu'il ſe refroidit avec plus de promptitude ? C'eſt ce que je ne vois pas ; mais auſſi ne donné-je ceci que pour un eſſai d'explication que je n'ai point eu le loiſir d'approfondir.

PROBLÊME LXI.

Faire glacer de l'eau, en remuant ſeulement le vaſe qui la contient.

PENDANT un temps très-froid, mettez de l'eau dans un vaſe fermé avec ſoin, & dans un lieu où elle n'éprouve aucune commotion : il arrivera ſouvent qu'elle prendra ainſi un degré de froid ſupérieur à celui de la glace, ſans néanmoins ſe glacer. Mais alors remuez tant ſoit peu le vaſe, ou donnez-lui un coup léger ; ſur le champ l'eau ſe glacera, & avec une rapidité ſinguliere. Cela arrive ſur-tout lorſque l'eau eſt dans le vuide.

Ce phénomene eſt fort curieux ; mais, à mon avis, il eſt ſuſceptible d'une explication très-vraiſemblable, pour quiconque connoît les phénomenes de la congelation. L'eau ne ſe congele qu'autant que ſes molécules prennent entr'elles un arrangement nouveau. Lorſque l'eau ſe refroidit dans le plus grand repos, ces molécules ſe rapprochent, le fluide qui la tient en fuſion s'en échappant peu-à-peu ; mais il faut quelque choſe de plus pour les déterminer à ſe groupper d'une maniere différente, ſous des angles de 60 ou 120 degrés. Or elle reçoit cette détermination

par le ſimple choc donné au vaſe : elles étoient en équilibre, le choc rompt cet équilibre, & elles retombent les unes ſur les autres, en ſe grouppant de la maniere qu'exige leur rapprochement.

Voici un autre phénomene de la congelation.

Si vous faites bouillir de l'eau, qu'enſuite vous l'expoſiez à la gelée, à côté d'une égale quantité d'eau non bouillie, la premiere ſera plutôt gelée que la ſeconde.

C'eſt un fait avéré par des expériences faites à Edimbourg, par M. Black. (*Voyez* Tranſact. Philoſoph. Tome LXV, Part. I, année 1775.)

Ceci me paroît auſſi facile à expliquer. La congelation étant cauſée par le rapprochement des molécules de l'eau, elle doit ſe congeler d'autant plutôt, que ces molécules, avant d'être expoſées à la gelée, ſont déja plus voiſines les unes des autres. Or l'eau qui a bouilli a, pour ainſi dire, à cet égard de l'avance ſur celle qui n'a pas bouilli ; car l'effet de ce bouillonnement a été de lui ôter une grande partie de ſon air combiné : donc, toutes choſes égales, ces molécules doivent arriver plutôt au terme de proximité où elles s'appliquent les unes aux autres, & forment un corps ſolide. Je ſuis convaincu que, par cette même raiſon, de l'eau imprégnée artificiellement de beaucoup d'air, ſe géleroit plus tard que l'eau ordinaire.

PROBLÊME LXII.

De la figure qu'on obſerve quelquefois dans la neige : Explication de ce phénomene.

IL arrive aſſez ſouvent, & il y a long-temps qu'on l'a remarqué avec admiration, que les petits flocons de neige ont une figure réguliere. Cela arrive ſur-tout lorſque la neige tombe par flocons extrêmement petits & bien tranquillement. Cette figure eſt exagone ou étoilée ; quelquefois c'eſt une ſimple étoile à ſix rayons ; d'autres fois cette étoile eſt plus compoſée, & reſſemble à une croix de malthe, ayant ſix angles ſaillants & ſix rentrants. Il arrive par fois que chaque branche préſente des ramifications, comme les barbes d'une plume. Il ſeroit trop long de les décrire toutes. Nous nous bornerons à donner la repréſentation des plus remarquables, dans les numéros de la *fig.* 30.

Pl. 5, fig. 30.

Ce phénomene a toujours beaucoup embarraſſé les phyſiciens, à commencer par Deſcartes & Képler, qui paroiſſent avoir été les premiers qui l'aient obſervé. Bartholin a donné un traité *de Figura Nivis ſexangula*, où il raiſonne aſſez mal ſur ce ſujet. A dire vrai, il étoit difficile * d'en raiſonner juſtement, avant que M. de Mairan eût obſervé, comme il l'a fait, avec ſagacité les phénomenes de la congelation, & avant que la chi-

* *Note du Cenſeur.* On trouve cependant que Gaſſendi avoit déja rapporté à la criſtalliſation la figure réguliere de la neige. *Voyez* ad Diog. Laert. Not. OPP., T. I, p. 577.

mie eût reconnu ceux de la cryſtalliſation des corps, lorſque de l'état de fluidité ils paſſent à celui de ſolidité.

En effet la chimie nous a appris que tous les corps dont les éléments, nageant dans un fluide, ſe rapprochent tranquillement, prennent des figures régulieres & caractériſtiques. Ainſi le ſoufre, en ſe figeant, forme de longues aiguilles; le régule d'antimoine figure une étoile ſur ſa ſuperficie. Les ſels, en ſe cryſtalliſant lentement, prennent auſſi des figures régulieres: le ſel marin forme des cubes, l'alun des octaëdres, le gypſe des eſpeces de coins réguliérement irréguliers, & dont les lames ſe briſent en triangles d'angles déterminés; le ſpath calcaire, appelé *cryſtal d'Iſlande*, des parallélépipedes obliques, ſous des angles invariables; &c.

D'un autre côté M. de Mairan, obſervant les progrès de la congelation, a vu que les petites aiguilles de glace qui ſe forment, s'implantent les unes ſur les autres, ſuivant des angles réguliers & déterminés, qui ſont toujours de 60 ou 120 degrés.

Quiconque connoît ces phénomenes, ne verra donc dans la glace & dans la neige qu'une cryſtalliſation de l'eau rapprochée dans un air refroidi: une premiere particule d'eau glacée en rencontre une autre, & ſe grouppe avec elle ſous un angle de 60°: une troiſieme ſurvient, & eſt déterminée par l'action de la pointe de ce premier angle, à s'y réunir de la même maniere, &c. C'eſt-là la plus ſimple des étoiles de la neige, qui eſt repréſentée par le n° 1.

S'il ſurvient de nouvelles aiguilles de glace, ce qui arrivera le plus ſouvent, il faudra qu'elles

ſe couchent ſur les premiers rayons, ou en faiſant l'angle obtus du côté du centre, ou l'angle aigu du même côté. Dans le premier cas, il en naîtra une étoile dont les rayons porteront des eſpeces de barbes, comme la tige d'une plume, (n° 2.) ou comme une étoile, (n° 3.) Cette derniere diſpoſition eſt néanmoins rare, & celle du n° 2 eſt la plus commune. On en voit enfin, mais en moindre nombre, de beaucoup plus compoſées; mais quelle que ſoit leur compoſition, leurs éléments ſont toujours des angles de 60 ou 120 degrés.

M. Lulolf de Berlin a conjecturé que ces figures étoient dues au ſel ammoniac, ou plutôt à l'alkali volatil dont la neige ſeroit imprégnée : il rapporte même à l'appui de ſon idée une jolie expérience : c'eſt qu'ayant mis de l'eau geler près des latrines, il trouva ſa ſurface toute couverte de petites étoiles de glaces, tandis que de l'eau gelée plus loin ne repréſentoit rien de ſemblable. Cependant il convient lui-même n'avoir jamais pu démontrer, par aucun procédé, ce principe dans la neige ou l'eau de neige fondue dans des vaſes fermés. En effet, aucun phyſicien d'aujourd'hui ne ſe perſuadera qu'il y ait dans la neige ni ſel ammoniac, ni alkali volatil, que fort accidentellement, & il n'y a nulle néceſſité d'y en ſuppoſer pour expliquer ſa cryſtalliſation en étoiles.

PROBLÊME LXIII.

Conſtruire une Fontaine où l'eau coule & s'arrête alternativement.

NOUS avons déja donné plus haut le mécaniſme d'une fontaine qui produit cet effet, & qui eſt

fort connue des hydrauliciens ; mais comme ſa conſtruction ne peut pas s'adapter aux uſages que nous avons en vue, voici une autre maniere de réſoudre le problême.

Que ABCD ſoit un vaſe d'une forme quelconque, qui reçoit par le tuyau DE un flux perpétuel d'eau, capable de le remplir à la hauteur GH, dans l'intervalle, par exemple, de deux heures. Que FGH ſoit un ſyphon dont l'orifice ſupérieur, plongé dans la liqueur, eſt F, FG la moindre branche, GH la longue branche, dont l'orifice H, doit être fort au deſſous du niveau de F ; enfin que ce ſyphon ſoit d'un calibre tel qu'il pût tirer la liqueur contenue dans la hauteur CG en une demi-heure. Cela ſuppoſé, & le vaſe étant vuide, qu'on laiſſe couler l'eau par le tuyau DE, il remplira le vaſe juſqu'à la hauteur G en deux heures, par exemple ; mais une fois parvenu à la courbure G, le ſyphon FGH ſe remplira ; & l'eau y coulant, il épuiſera en un peu plus de demi-heure * non-ſeulement la quantité d'eau amaſſée juſques en GH, mais encore celle que le tuyau DE aura fournie pendant ce temps, puiſque ce tuyau de décharge FGH débite beaucoup plus rapidement que celui qui fournit, ſçavoir DE. La ſurface de l'eau baiſſera donc enfin au niveau de l'orifice F, & l'air s'y introduiſant, le jeu du ſyphon ſera interrompu : l'eau recommencera donc à s'élever juſqu'à la courbure du ſyphon en G, & alors le jeu du ſyphon recommencera, & ainſi toujours, tant que le tuyau DE fournira de l'eau. Pl. 5, fig. 31.

* Ce temps ſera exactement de 40 minutes; car il eſt la ſomme d'une progreſſion ſous-quadruple, dont le premier terme eſt 30 minutes, le ſecond 7 & demie, &c.

REMARQUE.

IL eſt néceſſaire de remarquer que le ſyphon ne fera pas ſon effet, à moins que ſa hauteur à l'endroit de ſa courbure ne ſoit capillaire; car s'il avoit à cet endroit un diametre de 5 ou 6 lignes, l'eau étant arrivée un peu au deſſus de la courbure inférieure, couleroit ſans remplir tout le tube, comme on voit *fig* 31, nº 2, & il ne verſeroit qu'une quantité d'eau égale à celle que fourniroit le tube DE. C'eſt une obſervation que fait fort juſtement M. l'abbé Para du Phanjas, qui recourt en conſéquence, dans ce cas, à pluſieurs tubes capillaires qui ſe réuniſſent en un ſeul.

Pl. 5, fig. 31, nº 2.

Il y a un autre remede, qui conſiſte à faire le calibre du tube de décharge, capillaire dans ſa hauteur, & évaſé à proportion dans le ſens horizontal, afin qu'il ait la même ſurface, & qu'il y coule la même quantité d'eau. Par ce moyen ce tube de décharge, quoique unique, remplira ſa deſtination.

Il eſt auſſi à propos que l'orifice F de la branche GF du ſyphon ſoit taillé comme on voit *fig.* 31, nº 3, afin d'aſſurer d'autant mieux l'introduction de l'air dans le ſyphon, lorſque la ſurface de l'eau aura baiſſé juſqu'en F. Je ne crois pourtant pas la choſe eſſentielle.

Fig. 31, nº 3.

PROBLÊME LXIV.

Faire une Fontaine qui coulera & s'arrêtera un certain nombre de fois de ſuite, & qui enſuite s'arrêtera pendant un temps plus ou moins long, après lequel elle reprendra ſon cours intermittent; & ainſi de ſuite.

LA ſolution de ce problême depend d'une combinaiſon aſſez ingénieuſe de deux fontaines intermittentes ſemblables à la précédente. Suppoſons en effet une pareille fontaine, dont les écoulements périodiques ſoient très-prompts, par exemple de 2 à 3 minutes, & l'intermiſſion ſemblable, ce qui fera en total un intervalle de 4 ou 5 minutes; que cette fontaine ſoit elle-même alimentée par une autre fontaine intermittente & ſupérieure, dont la durée de l'écoulement ſoit d'une heure, & l'intermittence de 2, 3 ou 4: il s'enſuivra que l'inférieure ne fournira de l'eau que pendant que la ſupérieure lui en donnera elle-même, c'eſt-à-dire pendant une heure; & pendant cette heure cette fontaine inférieure aura 12 ou 15 écoulements coupés par autant de ceſſations; après lequel temps la fontaine ou le tuyau DE de la *fig.* 31, ne fourniſſant lui-même plus d'eau pendant deux ou trois heures, la fontaine inférieure ceſſera abſolument pendant une, deux ou trois heures. Voilà donc une fontaine qui ſera doublement intermittente, en ce qu'elle ſera un certain temps conſidérable ſans couler, & quand elle coulera, ce ſera avec intermittence.

REMARQUES.

I. Avec trois fontaines ſemblables combinées

enſemble, on pourroit produire des périodes ſi bizarres d'écoulement & de ceſſation, qu'elles paroîtroient abſolument inexplicables. Mais l'on ſent aiſément quelles pourroient tenir au même principe.

II. On pourroit facilement faire, au moyen des principes ci-deſſus, une fontaine qui coulât ſans ceſſe, mais qui groſſît & diminuât par alternatives; car il ſuffiroit de combiner avec la fontaine du problême précédent, une fontaine continue: il eſt évident qu'elle groſſiroit quand le ſyphon FGH couleroit; & quand il s'arrêteroit, elle reviendroit à ſon état ordinaire.

Si on combinoit cette fontaine continue avec la double intermittente de ce problême, on auroit une fontaine continue & égale pendant pluſieurs heures de la journée, & qui enſuite groſſiroit & diminueroit par accès pendant une heure.

PROBLÊME LXV.

Conſtruction d'une Fontaine qui ceſſera de couler quand on y verſera de l'eau, & qui ne reprendra ſon cours que quelque temps après qu'on aura ceſſé.

Pl. 6, fig. 32. IL faut ſuppoſer pour cela un réſervoir bien clos & à demi rempli d'eau, comme ABCD, ayant un tuyau d'écoulement en E, de quelques lignes ſeulement de diametre. Ce réſervoir fait partie d'un autre vaſe dans lequel il eſt placé, HBFD; il reſte une portion du vaſe HGF qui eſt vuide; IK eſt un tuyau qui va du haut du réſervoir intérieur juſques bien près du fond FD du vaſe; le deſſus de ce vaſe a un rebord en forme de coupe,

dont la partie HG eſt percée de beaucoup de petits trous. On mettra dans cette eſpece de coupe de la mouſſe avec du gros ſable, &, ſi l'on veut, de l'herbe ou du gazon; enſorte néanmoins que l'air puiſſe avoir accès par la plaque HG dans la cavité HC.

Cela ſuppoſé, que le petit réſervoir ſoit à moitié rempli d'eau, elle coulera par l'ajutage E; qu'enſuite on en verſe dans la coupe ſupérieure; cette eau tombera dans le réſervoir latéral HC, & elle bouchera l'orifice K du tuyau HI. Cet orifice étant bouché, l'air contenu au deſſus de l'eau du réſervoir intérieur, ne pourra plus ſe dilater; l'eau coulante par E tombera d'abord plus lentement, & enfin s'arrêtera. Mais ſi à l'angle F on ménage un petit écoulement à l'eau tombée dans le réſervoir HC, lorſque cette eau ſera écoulée, l'écoulement par E recommencera.

Si l'on verſoit ſans ceſſe de l'eau dans la coupe HB, & que ſon écoulement par F fût caché, on pourroit être fort étonné de cette machine, qui ne couleroit que quand il paroîtroit qu'on n'y met plus d'eau.

On pourroit donner à cette machine la figure d'un rocher, du pied duquel ſortiroit une fontaine: le deſſus pourroit repréſenter une prairie, une forêt, &c. Lorſqu'on verſeroit de l'eau avec un arroſoir, pour repréſenter la pluie, on verroit la petite fontaine s'arrêter, & s'arrêter auſſi longtemps qu'on y verſeroit de nouvelle eau. On verra plus loin l'uſage de cette idée.

PROBLÊME LXVI.

Faire une Fontaine qui, après avoir coulé pendant quelque temps par ſa décharge de ſuperficie, commencera à baiſſer juſqu'à un certain point, enſuite remontera, & ainſi ſucceſſivement.

J'AVOUE n'avoir rien trouvé de ſatisfaiſant à cet égard. Cela eſt néanmoins poſſible, car nous citerons plus bas quelques exemples de fontaines dont les baſſins préſentent ce phénomene. Nous nous bornons donc à propoſer le problême à nos lecteurs.

REMARQUES,

Contenant l'hiſtoire & les phénomenes des principales Fontaines intermittentes connues, ainſi que de quelques lacs & puits qui ont des mouvements analogues : Hiſtoire du fameux lac de Zirchnitz.

NOUS avons donné dans les problêmes précédents les principes de l'explication des phénomenes que préſentent un aſſez grand nombre de fontaines ou amas d'eaux, dont les mouvements ont de tout temps apprêté matiere à penſer aux phyſiciens, & été un ſujet d'admiration pour le vulgaire. Il eſt vrai qu'en général il y a beaucoup à retrancher de ce que le vulgaire croit appercevoir ou raconte à ce ſujet. Pluſieurs de ces ſources, examinées par des philoſophes ou obſervateurs exacts, ont perdu la plus grande partie de ce qu'elles avoient de merveilleux. Il reſte néanmoins encore, dans pluſieurs d'entr'elles, ſuffiſamment de quoi exercer la ſagacité des ſcrutateurs de la nature. L'objet de cet ouvrage nous

preſcrit en quelque ſorte de faire connoître les principales & les plus ſingulieres de ces fontaines. Nous nous bornerons à ce qui eſt le mieux conſtaté par de bonnes deſcriptions ; car à quoi bon répéter des choſes incertaines & inexactes ? La maſſe des erreurs n'eſt-elle pas aſſez grande, ſans l'augmenter de propos délibéré ?

I. On remarque une intermittence dans la plupart des ſources qui prennent leur origine des amas de glaces. Telles ſont quelques-unes de celles que j'ai vues dans le Dauphiné, ſur la route de Grenoble à Briançon : elles coulent, à ce qu'on m'aſſura, plus abondamment la nuit que le jour, ce qui paroîtroit d'abord difficile à concilier avec la ſaine phyſique ; mais nous ferons voir que cela s'explique facilement.

L'auteur de la Deſcription des Glacieres de Suiſſe parle d'une pareille ſource, ſituée à Engſtler dans le canton de Berne ; elle eſt ſujette à une double intermittence, ſçavoir à une intermittence annuelle & journaliere ; elle ne commence à couler que vers le mois de Mai, & les bonnes-gens du voiſinage croient fermement que la Divinité leur envoie chaque année cette ſource pour abreuver leurs beſtiaux, qu'ils amenent vers ce temps dans la montagne. D'ailleurs, ſemblable à celles dont nous avons parlé, c'eſt pendant la nuit que ſe fait ſon écoulement le plus abondant.

Il n'y a rien que de fort ſimple dans la réapparition annuelle de cette fontaine à l'approche de l'été ; car c'eſt ſeulement vers ce temps que la maſſe de la terre, ſuffiſamment échauffée, commence à fondre les glaces par deſſous. Ainſi ce n'eſt que dans ce temps que la fontaine dont il s'agit peut couler. Nous diſons par deſſous, car

c'eſt ainſi que fondent ces maſſes énormes de glaces. On n'en peut douter lorſqu'on remarque qu'elles donnent ſans ceſſe naiſſance à de grands courants d'eau, tandis que leur ſurface ſupérieure préſente les couches des années précédentes à peine altérées. Mais comment & pourquoi la plupart de ces fontaines donnent-elles pendant la nuit leur plus grande quantité d'eau? Ceci mérite explication.

Ce phénomene provient, ſelon nous, de l'alternative de chaleur & de refroidiſſement cauſée, par la préſence & l'abſence du ſoleil, dans la maſſe de la terre, couverte par cet amas de glace. Mais comme il faut un certain temps pour que la chaleur du ſoleil produiſe ſon effet, & qu'elle ſe communique aux parties éloignées, il arrive que le moment de leur plus grande chaleur eſt poſtérieur de pluſieurs heures à celui de la plus grande chaleur de l'air, qui a lieu vers les trois heures de l'après-midi : ce n'eſt donc que quelques heures après le coucher du ſoleil qu'arrivera la plus grande liquéfaction de la glace qui touche la terre : ajoutez-y le chemin que l'eau qui en provient doit faire dans ces conduits reſſerrés entre des vallons & ſous les glaces, il ne ſera point étonnant qu'elle n'arrive au jour que vers le milieu de la nuit. Ainſi ce ſera vers les onze heures ou minuit que ces ruiſſeaux, provenants de maſſes glaciales, donneront la plus grande quantité d'eau.

II. L'intermittence dont on vient de parler ne tient pas à des cauſes bien difficiles à découvrir ; ce n'eſt pas même une véritable intermittence. Mais les fontaines dont il va être queſtion tout-à-l'heure, ſont vraiment intermittentes.

Une fontaine de ce genre eſt celle qu'on voit à Fontainebleau

Fontainebleau dans un des boſquets du parc. Elle ſeroit probablement plus connue, & ne céderoit guere en célébrité à celle de Laywell, ſi les phyſiciens hantoient davantage les cours.

Cette fontaine coule de deſſous terre & d'un fond ſablonneux, dans un baſſin quarré de 6 à 8 pieds en quarré; on y deſcend par pluſieurs marches, dans la derniere deſquelles, ou la plus voiſine de l'eau, eſt creuſée une rigole qui lui ſert de décharge de ſuperficie. Voici ce qu'on obſerve.

L'eau étant ſuppoſée remplir ſeulement la moitié du baſſin, comme cela arrive lorſqu'on y a puiſé une aſſez grande quantité d'eau, elle monte peu-à-peu juſqu'au bord de la derniere marche, & s'écoule par la décharge de ſuperficie pendant quelques minutes. Cet écoulement eſt ſuivi d'un gargouillement quelquefois aſſez fort pour ſe faire entendre d'aſſez loin; c'eſt-là le ſigne de l'abaiſſement prochain de l'eau. Elle commence en effet auſſi-tôt à baiſſer juſqu'à quelques pouces au deſſous du plus bas de la rigole. Cette hauteur, du reſte, eſt aſſez variable. Elle eſt alors ſtationnaire pendant quelque temps; enſuite elle remonte & répete le même manege. Chaque flux de cette nature eſt d'un demi-quart d'heure environ. Quelquefois cependant elle ſe joue en quelque ſorte des curieux, & reſte des demi-heures, des heures entieres ſans répéter ſon jeu.

On lit dans les *Tranſact. Philoſ.* nos 202 & 424, ainſi que dans le Cours de Déſaguliers, T. II, la deſcription d'une fontaine très-reſſemblante à la précédente : elle eſt ſituée près de Torbay dans le Devonshire, à une des extrémités de la petite ville de Brixham. Les habitants du pays

l'appellent *Lay-Well.* Elle eſt ſur le penchant d'une petite colline, & éloignée de la mer d'un bon mille; ce qui exclud toute communication avec la mer. Le baſſin eſt, ſuivant la deſcription la plus récente, de 4 pieds & demi de large ſur 8 de longueur. Il y a un courant qui coule conſtamment dans ce baſſin, & l'eau en ſort par l'autre extrémité, & par une ouverture de 3 pieds de large ſur une hauteur convenable.

Il s'écoule quelquefois un temps aſſez conſidérable, comme de quelques heures, pendant leſquelles l'eau coule uniformément, ſans hauſſer ni baiſſer; ce qui a donné lieu à des gens crédules de penſer que la préſence de quelques perſonnes avoit ſur cette fontaine une influence qui arrêtoit ſon jeu. Mais le plus ſouvent elle a un mouvement de flux & de reflux fort ſenſible & aſſez prompt. L'eau s'éleve de quelques pouces pendant environ deux minutes, après quoi elle s'abaiſſe pendant environ autant de temps, qui eſt ſuivi d'un petit repos; enſorte que la durée totale eſt d'environ cinq minutes. Cela s'exécute une vingtaine de fois de ſuite, après leſquelles la fontaine ſemble ſe repoſer pendant environ deux heures, & l'eau coule uniformément pendant ce temps-là. C'eſt, dit l'auteur de la deſcription, une particularité qui la diſtingue des autres fontaines de cette eſpece qui ſont venues à ſa connoiſſance. Mais nous avons vu que celle de Fontainebleau éprouve quelque choſe de ſemblable; nous remarquons même une analogie très-grande entre l'une & l'autre; & il nous paroît preſque évident par leur deſcription, que leur périodiſme n'eſt pas dans la ſource même, mais uniquement dans la décharge: cela eſt du moins certain à l'égard de celle de

Fontainebleau, car la nature du terrain ne permet pas d'y ſuppoſer rien de ſemblable à ce qu'exige un écoulement périodique dans la fontaine même.

Quoi qu'il en ſoit, voici une troiſieme fontaine beaucoup plus conſidérable que les deux précédentes, & qui préſente une intermittence bien marquée : c'eſt celle de Franche-Comté, dont on lit une deſcription fort bien faite dans le *Journal des Sçavants*, Octobre. 1688.

Cette fontaine eſt, ou étoit du moins alors, près du grand chemin qui conduiſoit de Pontarlier à Touillon, au bout d'un petit pré, & au pied de quelques montagnes qui la dominent : elle coule, par deux endroits ſéparés, dans deux baſſins dont la rondeur lui a fait donner le nom de *la Fontaine ronde*. Le baſſin ſupérieur, qui eſt le plus grand, a environ ſept pas de longueur ſur ſix de largeur, & il y a au milieu une pierre en talus, qui ſert à rendre ſenſible ſon mouvement de réciprocation.

Quand le flux va commencer, on entend un bouillonnement au dedans de la fontaine, & l'on voit auſſi-tôt l'eau ſortir de tous côtés, en produiſant beaucoup de bulles d'air : elle s'éleve d'un grand pied.

Dans le reflux, l'eau s'abaiſſe à peu près dans le même temps & par les mêmes gradations inverſes. La durée totale du flux & du reflux eſt d'environ un demi-quart d'heure, y compris environ deux minutes de repos.

La fontaine tarit preſque entiérement à chaque reflux, ſur-tout de deux l'un ; & à la fin de ce reflux on entend une eſpece de gazouillement qui annonce cette fin.

La petite ville de Colmars en Provence, dioceſe de Senèz, nous préſente encore une fontaine

de ce genre. Elle ſe trouve aux environs de cette ville, & elle eſt remarquable par la fréquence de ſes écoulements. Quand elle eſt prête à couler, un léger murmure annonce ſon arrivée; elle croît enſuite pendant une demi-minute; alors elle jette de l'eau de la groſſeur du bras; puis elle décroît pendant cinq à ſix minutes, & s'arrête un moment; après quoi elle reprend ſon écoulement. De cette maniere la durée de ſon écoulement & de ſon intermittence enſemble, eſt de ſept à huit minutes, enſorte qu'elle coule & s'arrête huit fois environ dans une heure. Gaſſendi a donné une deſcription plus détaillée de cette fontaine, dans ſes œuvres, ainſi que M. Aſtruc, dans ſon *Hiſt. Nat. du Languedoc & de la Provence.*

La fontaine de Fonzanches, dans le dioceſe de Niſmes, mérite auſſi de trouver place ici. Fonzanches eſt ſitué entre Sauve & Quiſſac, à la droite & aſſez près du lit de la Vidourle: cette fontaine ſort de terre à l'extrémité d'une pente aſſez roide tournée au levant. Son intermittence eſt des plus marquées; elle coule & s'arrête réguliérement deux fois par jour ou dans l'eſpace de 24 heures: la durée de l'écoulement eſt de 7 heures 25 minutes, & celle de l'intermiſſion de 5 heures juſte ou très-près; enſorte que ſon écoulement retarde chaque jour de 50 minutes. Mais on auroit tort d'en conclure aucune liaiſon, ſoit avec le mouvement de la lune, ſoit avec la mer, quoiqu'on lui ait donné le nom de *la Fontaine au flux & reflux*. Il ſeroit abſurde d'établir de-là des canaux juſqu'à la mer de Gaſcogne, qui en eſt à 130 lieues. D'ailleurs le retardement de 50 minutes n'étant pas préciſément celui des marées, ou du paſſage de la lune par le méridien, l'ana-

logie d'un mouvement avec l'autre ne ſe ſoutient pas davantage que ſi ce rétardement étoit beaucoup plus grand ou moindre.

Nous terminerons ce paragraphe par la deſcription de la fameuſe fontaine appelée *Fonteſtorbe*, qu'on trouve dans le dioceſe de Mirepoix. Ce que nous allons en dire eſt l'extrait de la deſcription que M. Aſtruc en a donnée, dans l'ouvrage cité ci-deſſus.

Fonteſtorbe eſt ſituée à l'extrémité d'une chaîne de rochers, qui s'avance preſque juſqu'aux bords de la riviere de Lers, entre Fougas & Belleſtat, dans le dioceſe de Mirepoix. Fort au deſſus du lit de la riviere, on voit une voûte de 20 à 30 pieds de profondeur, & de 40 pieds de largeur ſur 30 de hauteur. Au côté droit eſt la fontaine dont il s'agit, dans une ouverture triangulaire du rocher, dont la baſe eſt de 8 pieds environ de largeur. C'eſt par cette ouverture que coule l'eau quand le flux eſt arrivé. Ce qui caractériſe d'une maniere ſinguliere ſon intermittence, c'eſt qu'elle n'eſt intermittente que dans les temps de ſéchereſſe, c'eſt-à-dire ordinairement pendant les mois de Juin, Juillet, Août & Septembre: alors elle coule pendant 36 à 37 minutes, en s'élevant de 4 à 5 pouces ſur la baſe de l'ouverture triangulaire, & après ce temps elle ceſſe de couler pendant 32 à 33 minutes: vient-il à pleuvoir, le temps de l'intermiſſion ſe raccourcit, & s'anéantit enfin lorſqu'il a plu trois ou quatre jours de ſuite, enſorte que la fontaine eſt alors continue, quoiqu'avec une augmentation périodique: mais enfin, lorſque la pluie a duré aſſez long-temps, le flux eſt continu & égal, ce qui dure pendant tout l'hiver, juſqu'au temps de la ſéchereſſe, où la

fontaine redevient périodique & intermittente par les mêmes gradations inverſes.

On peut déduire des principes expoſés dans les problêmes précédents, la raiſon de la plupart des phénomenes qu'on vient de décrire : il ſuffit pour cela de concevoir une cavité plus ou moins grande, formée par l'affaiſſement d'un banc de glaiſe, & qui ſert de réſervoir à un amas d'eau fourni par une ſource. Que cette cavité communique au dehors par une eſpece de canal circonflexe, dont l'orifice intérieur ſoit voiſin du fond de la cavité, & l'extérieur beaucoup plus bas ; ce canal fera évidemment l'office du ſyphon du Problême LXIII & de la *fig.* 31, & produira les mêmes phénomenes, en ſuppoſant toutefois l'accès de l'air extérieur dans la cavité.

Si donc la ſource qui vient remplir la cavité décrite, fournit conſtamment moins d'eau que le ſyphon ſuppoſé n'en peut évacuer, l'eau ne coulera que périodiquement ; car, pour qu'elle coule, il faudra que l'eau ſoit montée juſqu'au ſommet, ou l'angle des deux branches du ſyphon : il coulera alors, & évacuera l'eau contenue dans la cavité ; & enſuite il s'arrêtera, juſqu'à ce qu'il ſoit ſurvenu de nouvelle eau.

Mais ſi la ſource cachée qui alimente le réſervoir ſuppoſé eſt variable, c'eſt-à-dire qu'elle ſoit beaucoup plus abondante en temps d'hiver & pluvieux, que pendant l'été ou un temps de ſéchereſſe, la ſource apparente ne ſera intermittente que dans ce dernier temps ; la durée de ſes interminſions ou repos diminuera à meſure que la ſource cachée deviendra plus abondante ; & enſuite, quand cette derniere le ſera au point de donner autant d'eau que le ſyphon en pourra

évacuer, la ſource apparente deviendra continue ; elle reprendra enfin par degrés ſon intermittence, à meſure que la ſource intérieure diminuera de volume.

Ainſi voilà les phénomenes de la ſource de Fonteſtorbe, expliqués par le même mécaniſme que celui des autres fontaines purement intermittentes. Il y a apparence que, dans ces dernieres, la ſource cachée tire ſon origine d'une eau ſouterraine qui ne reçoit que peu ou point d'augmentation des eaux extérieures, & qu'au contraire celle de Fonteſtorbe a pour aliment une eau provenant des neiges & des pluies.

Nous ne dirons qu'un mot de quelques autres fontaines de ce genre, dont il eſt parlé dans divers auteurs. Telle eſt celle des environs de Paderborn, qu'on nomme *Bullerborn*, qui coule, dit-on, 12 heures, & ſe repoſe autant de temps ; celle de Haute-Combe en Savoie, près du lac du Bourget, qui coule & s'arrête deux fois par heure ; celle de Buxton, dans le comté de Derby, & dont parle Childrey dans ſes *Curioſités d'Angleterre*, qui coule tous les quarts d'heure ſeulement ; une près du lac de Côme, célebre dès le temps de Pline le jeune, qui hauſſe & baiſſe trois fois par jour périodiquement ; &c. &c. Comme les deſcriptions qu'on en donne ſont très-imparfaites, nous ne nous y arrêterons pas davantage.

III. Mais voici des phénomenes d'un autre genre ; ce ſont ceux que nous préſentent certains puits ou certaines ſources qui s'élevent & s'abaiſſent à certaines périodes, ſans qu'on leur connoiſſe d'écoulement. Il y a près de Breſt un puits ſujet à ces abaiſſement & élévation périodiques, dont l'explication a beaucoup occupé les phyſiciens. La

deſcription de ce qu'on y obſerve eſt tirée du *Journal de Trevoux*, (Octobre 1728), & eſt l'ouvrage d'un P. Aubert, Jéſuite, phyſicien qui paroît très-exact & très-inſtruit.

Le puits dont nous parlons eſt ſitué à deux lieues de Breſt, au bord du bras de mer qui s'avance dans les terres juſqu'à Landerneau. Sa diſtance au bord de la haute mer eſt de 75 pieds, & à peu près du double au bord de la baſſe mer. Il a 20 pieds de profondeur, & ſon fond eſt plus bas que la haute mer, & moins élevé que la baſſe.

Il ſeroit peu étonnant, & ce ſeroit même une choſe tout-à-fait dans l'ordre naturel, que le puits baiſsât à la baſſe mer & montât à la haute; mais c'eſt tout le contraire, ainſi qu'on va le voir par la ſuite détaillée de ce qu'on y obſerve.

L'eau du puits eſt la plus baſſe, c'eſt-à-dire à 11 ou 12 pouces au deſſus de ſon fond, lorſque la mer eſt la plus élevée. Elle reſte en cet état environ une heure, à compter du moment de la haute mer; elle croît enſuite pendant environ 2 heures & demie dans le temps que la mer baiſſe, après quoi elle reſte ſtationnaire pendant environ deux heures. Elle commence alors à décroître, c'eſt-à-dire une demi-heure environ avant le moment de la plus baſſe mer, & cela continue pendant les quatre premieres heures de la mer montante. Enfin elle reſte dans le même état d'abaiſſement environ 3 heures, c'eſt-à-dire pendant les deux dernieres heures de la mer montante, & la premiere heure de la mer deſcendante; après quoi elle recommence à monter, comme on l'a expliqué plus haut. On a remarqué dans la grande ſéchereſſe de 1724, que le puits dont il s'agit tariſ-

ſoit quelques heures à la mer montante, & qu'il ſe rempliſſoit à la mer deſcendante. Je ne ſçais ſi ce puits ſubſiſte encore. Ce qui ajoute à la ſingularité du phénomene, c'eſt que des puits voiſins, & qui ſemblent devoir éprouver les mêmes viciſſitudes, n'y ſont point ſujets.

On voit près de Londres, entre cette ville & Graveſande, une ſorte de petit lac appelé *Greenhive*, qui, ſuivant M. Déſaguliers, offre les mêmes phénomenes : il ajoute avoir ouï dire qu'à Lambourn, dans le Berckshire, il y a une fontaine qui eſt pleine quand le temps eſt ſec, & à ſec quand le temps eſt pluvieux. Il ſeroit à deſirer qu'il eût avéré le fait avec ſes circonſtances.

IV. Mais tout ce que nous venons de dire, quoique fort remarquable, n'approche pas de la ſingularité du fameux lac de Zirchnitz. On nomme ainſi un lac aſſez grand, ſitué près la petite ville de ce nom, dans le duché de Carniole. Il a environ trois lieues de France de longueur, & une & demie de largeur, ſous une forme aſſez irréguliere.

La ſingularité de ce lac conſiſte en ce qu'il eſt plein d'eau pendant preſque toute l'année ; mais vers la fin de Juin, ou dans les premiers jours de Juillet, l'eau s'écoule par 18 eſpeces de puits ou conduits ſouterrains ; enſorte que ce qui avoit été le ſéjour des poiſſons & des oiſeaux aquatiques, qui y ſont très-nombreux, devient celle des beſtiaux, qui viennent y paître une herbe abondante. Les choſes reſtent ainſi pendant trois à quatre mois, ſuivant la conſtitution de l'année ; & ce temps expiré, l'eau revient par les trous qui l'avoient abſorbée, & avec une violence ſi conſidérable, qu'elle jaillit juſqu'à la hauteur

d'une pique, de maniere qu'en moins de vingt-quatre heures le lac eſt revenu dans ſon premier état.

On doit cependant remarquer qu'il y a quelques irrégularités dans le temps & la durée de cette évacuation. Il eſt quelquefois arrivé que le lac s'eſt rempli & vuidé deux ou trois fois dans l'année. Une fois il n'éprouva de toute l'année aucune évacuation ; mais il n'eſt jamais arrivé qu'il ait reſté vuide plus de quatre mois. Ces irrégularités n'empêchent pas que le phénomene mérite de tenir une place parmi les ſingularités les plus extraordinaires de la nature. On peut voir ſur ce ſujet l'ouvrage d'un ſçavant de ce pays, (M. Weichard Valvaſor,) intitulé *Gloria ducatûs Carniolæ, &c.* 1688, in-4°. Cet auteur entre dans des détails qui lui concilient toute croyance, & d'ailleurs c'eſt un fait connu & rapporté par divers voyageurs inſtruits.

M. Valvaſor déduit avec beaucoup de probabilité les phénomenes de ce lac, de cavités ſouterraines qui communiquent avec lui par les ouvertures dont nous avons parlé, & qui ſont pleines d'une eau alimentée par les pluies. Lorſque ces pluies ont ceſſé pendant long-temps, & qu'elles ſont évacuées juſqu'à un certain point, elles donnent lieu à un jeu de ſyphons qui vuide tout le lac. Mais il faut voir les détails de cette explication dans l'ouvrage cité, ou bien dans les *Actes de Leipſick*, année 1688.

PROBLÊME LXVII.

Du Porte-voix & du Cornet acouſtique ; leur explication : Le jeu de la Tête enchantée.

TOUT comme on aide la vue par les lunettes d'approche & par les microſcopes, de même on a imaginé d'aider l'ouïe par des inſtruments analogues. L'un, appelé le *porte-voix*, ſert à ſe faire entendre de fort loin ; & l'autre, appelé *cornet acouſtique*, à groſſir pour l'oreille les plus petits ſons.

Le chevalier Morland eſt, parmi les modernes, celui qui s'eſt le plus occupé à perfectionner ce moyen d'augmenter les ſons. Il publia en 168.. un traité intitulé, *de Tubâ Stentorophonicâ*, nom qui fait alluſion à la voix de Stentor, ſi célebre parmi les Grecs par ſa force extraordinaire. Ce que nous allons dire ici eſt en partie extrait de cet ouvrage curieux.

Les anciens connurent le porte-voix, car on dit qu'Alexandre avoit un cornet avec lequel il donnoit des ordres à ſon armée, quelque nombreuſe qu'elle fût. Kircher, d'après quelques paſſages d'un manuſcrit du Vatican, fixe le diametre du pavillon à 7 pieds & demi. Quelle étoit ſa longueur ? il n'en dit rien ; il ajoute ſeulement qu'il ſe faiſoit entendre à 500 ſtades, ou 5 de nos lieues. Il y a ſans doute de l'exagération. Un inſtrument avec lequel on pourroit ſe faire entendre de Verſailles à Paris, ſeroit un inſtrument fort curieux.

Quoi qu'il en ſoit, le porte-voix, autrement trompette parlante, ou *ſtentorophonique*, n'eſt autre choſe qu'un long tuyau, qui d'un côté n'a que la largeur néceſſaire pour y appliquer la bou-

che, & qui va de-là en s'évaſant juſqu'à l'autre extrémité en forme de pavillon. L'ouverture du petit bout doit être égale à celle de la bouche d'un homme, & un peu applatie, pour mieux ſe conformer à la figure de cet organe ; deux petites appendices latérales ſervent à embraſſer les joues. On voit tout cela dans la *fig.* 33, qui n'a pas beſoin d'autre explication.

Pl. 6, fig. 33.

Le chevalier Morland dit avoir fait faire de ces trompettes parlantes de pluſieurs grandeurs ; ſçavoir, une longue de 4 pieds & demi, par laquelle on ſe faiſoit entendre à 500 pas géométriques ; une autre, de 16 pieds 8 pouces, ſe faiſoit entendre à 1800 pas ; une troiſieme enfin, de 24 pieds, qui portoit le ſon à plus de 2500 pas.

Nous ne dirons pas comme M. Ozanam, pour expliquer cet effet, que les tuyaux ſervent généralement à renforcer l'activité des cauſes naturelles ; que plus ils ſont longs, plus cette énergie eſt augmentée ; &c. car ce n'eſt pas là parler en phyſicien ; c'eſt prendre l'effet pour la cauſe. Il faut raiſonner avec plus de préciſion.

L'air eſt un fluide élaſtique, & tout ſon qui y eſt produit ſe répand circulairement & ſphériquement à l'entour du lieu où il eſt produit. Si donc l'on parle à l'extrémité d'un long tuyau, tout le mouvement qui ſeroit communiqué à une ſphere d'air, par exemple de 4 pieds de rayon, eſt communiqué à un cylindre ou plutôt un cône d'air, dont la baſe eſt le pavillon. Si ce cône eſt, par exemple, la 100e partie de la ſphere entiere de même rayon, c'eſt à peu près comme ſi l'on avoit parlé 100 fois auſſi fort dans un air libre : on doit donc entendre à une diſtance 100 fois auſſi grande.

Le cornet acouſtique, inſtrument ſi utile pour les ſourds, eſt à peu près l'inverſe du porte-voix. Il raſſemble dans le conduit auditif toute la quantité de ſon contenue dans ſon pavillon, ou il augmente le ſon qui eſt produit à ſon extrémité, dans un rapport qui eſt à peu près le même que celui de cette extrémité au pavillon. Si, par exemple, le pavillon a 6 pouces de diametre, & l'ouverture qu'on applique à l'oreille 6 lignes, ce qui donne en ſurface le rapport de 1 à 144, le ſon ſera augmenté 144 fois, ou à peu près; car je ne crois pas que ce rapport ſuive préciſément l'inverſe des étendues. Il faut convenir que ſur cela l'acouſtique n'eſt pas encore auſſi avancée que l'optique.

REMARQUE.

L'EXPÉRIENCE a appris, & c'eſt un fait, quelle qu'en ſoit la raiſon, que le ſon renfermé dans un tube ſe propage à une diſtance incomparablement plus grande que dans l'air libre. Le P. Kircher rapporte quelque part, que les ouvriers qui travaillent dans les ſouterrains des aqueducs de Rome, s'entendent à la diſtance de pluſieurs milles.

Si l'on parle, même fort bas, à l'extrémité d'un tuyau de quelques pouces de diametre, celui qui aura l'oreille à l'autre extrémité, entendra diſtinctement ce qu'on aura dit, quel que ſoit le nombre de circonvolutions de ce tuyau.

Cette obſervation eſt le principe d'une machine qui ſurprend beaucoup les gens médiocrement inſtruits. On place une figure en buſte ſur une table; mais de l'une de ſes oreilles, ou de chacune, on conduit à travers l'épaiſſeur de la table & un de

ſes pieds, un tuyau qui perce le plancher, & va aboutir dans l'appartement inférieur ou latéral. Un autre tuyau part de la bouche, & va aboutir par un chemin ſemblable dans le même appartement. On dit à quelqu'un de faire à cette figure une queſtion en lui parlant bas à l'oreille ; la perſonne qui eſt de concert avec celle qui montre la machine, ayant ſon oreille appliquée à l'extrémité du même tuyau, entend fort bien ce qu'on a dit : elle fait alors à l'embouchure de l'autre tuyau, une réponſe qu'entend à ſon tour l'auteur de la queſtion. Enfin, ſi par quelque moyen mécanique on a donné en même temps un mouvement aux levres de la machine, les ignorants ſont extrêmement ſurpris, & tentés de croire à la magie. Il n'y en a pourtant aucune, ainſi qu'on le voit.

PROBLÊME LXVIII.

Dans le jeu du Ricochet, quelle eſt la cauſe qui fait remonter la pierre au deſſus de la ſurface de l'eau, après y avoir plongé ?

RIEN n'eſt plus connu & plus commun que le jeu appelé *Ricochet*, puiſqu'il eſt peu de jeunes gens qui, ſe trouvant ſur le bord d'une eau un peu étendue, ne s'amuſent à ce petit jeu. Mais la cauſe de ce rebondiſſement de la pierre, après avoir touché la ſurface de l'eau, n'en a pas moins quelque choſe qui ne ſe préſente pas d'abord à l'eſprit ; & même, le dirons-nous ? il y a des phyſiciens qui s'y ſont mépris, en attribuant cet effet à l'élaſticité de l'eau. Comme l'eau n'a aucune élaſticité, il eſt évident que leur explication eſt vicieuſe.

Ce rebondiſſement tient néanmoins à une cauſe qui approche aſſez de l'élaſticité. C'eſt l'effort que font les colonnes d'eau, enfoncées par le choc, pour ſe relever & reprendre leur place, par une ſuite de l'équilibre qui doit régner entr'elles & les voiſines. Mais entrons dans une analyſe un peu plus approfondie de ce qui ſe paſſe en cette occaſion.

Lorſque la pierre, qui doit être plate, eſt lancée obliquement à la ſurface de l'eau, & dans le ſens de ſon tranchant, il eſt évident qu'elle eſt portée de deux mouvements qui ſe compoſent, l'un horizontal qui eſt le plus vîte, & l'autre vertical qui l'eſt beaucoup moins. La pierre, arrivée à la ſurface de l'eau, la choque par l'effet de ce dernier ſeulement, & elle enfonce un peu la colonne d'eau qu'elle rencontre; ce qui produit une réſiſtance qui affoiblit ce mouvement vertical, mais ſans le détruire encore: elle continue à plonger en enfonçant d'autres colonnes; d'où il réſulte de nouvelles réſiſtances qui anéantiſſent enfin ce mouvement en ce qu'il a de vertical. La pierre eſt alors parvenue à la plus grande profondeur qu'elle puiſſe atteindre, & elle a dû décrire néceſſairement une petite courbe, dont la convexité eſt oppoſée au fond de l'eau, comme on voit dans la *fig.* 34: mais dans le même temps ſon mouvement, en ce qu'il a d'horizontal, n'a rien ou preſque rien perdu. D'un autre côté, la colonne enfoncée par le choc de la pierre, réagit contr'elle, forcée par les colonnes voiſines; d'où il réſulte un mouvement vertical, qui eſt imprimé à la pierre, & qui ſe combine avec le mouvement horizontal qui lui reſte. Il doit donc en réſulter un mouvement oblique tendant en haut; Pl. 6, fig. 34.

c'eſt celui qui fait rebondir la pierre de deſſus l'eau, en lui faiſant décrire une petite parabole fort applatie, à la fin de laquelle elle frappe encore l'eau fort obliquement; ce qui produit un ſecond bond, puis un troiſieme, un quatrieme, &c. qui vont toujours en diminuant d'étendue & de hauteur, juſqu'à ce que le mouvement ſoit tout-à-fait anéanti.

PROBLÊME LXIX.

Le mécaniſme du Cerf-volant: Diverſes queſtions & recherches ſur ce jeu.

TOUT le monde connoît l'amuſement du cerf-volant, petite machine fort ingénieuſe, & dans laquelle éclate un mécaniſme très-adroit. Cependant on s'étonnera peut-être de ce qu'un objet de cette nature a pu faire le ſujet d'un mémoire académique; car on en lit un ſur le cerf-volant parmi ceux de l'Académie de Berlin, année 1756. Mais cette ſurpriſe ceſſera, quand on ſçaura que M. Euler le fils étoit déja profond géometre à un âge ou la plupart des jeunes gens ne voient dans un cerf-volant qu'un objet d'amuſement: ainſi il étoit difficile qu'il ne fût pour lui un ſujet de méditation. Il préſente en effet pluſieurs queſtions curieuſes, & même, pour la plupart, impoſſibles à traiter ſans une analyſe profonde. On peut donc regarder, ſi l'on veut, ce Mémoire, comme les *juvenilia* d'un grand géometre. Nous ne le ſuivrons pas dans ſes calculs profonds; nous nous bornerons à traiter la matiere d'une maniere moins exacte, & plus facile à entendre.

Le cerf-volant eſt, comme l'on ſçait, une ſurface plane, & légere autant qu'il eſt poſſible, ABCD,

ABCD, taillée en rhombe irrégulier, c'eſt-à-dire formée de deux triangles BAC, BDC, dans leſquels l'angle A du premier eſt beaucoup plus grand que l'angle D du ſecond. Du côté A eſt la tête, & D eſt la queue, à laquelle on attache ordinairement un long fil garni de floccons de papier : on en met auſſi de beaucoup plus courts aux angles B & C ; ce qui fait que la petite machine, étant élevée, préſente de loin le ſpectacle d'un oiſeau monſtrueux qui ſe balance dans les airs à l'aide de ſes ailes & de ſa queue. Pl. 6, fig. 35.

A un point de l'axe AD, & vers le point E, eſt attachée une ficelle de quelques centaines de pieds de longueur, & qui s'enroule ſur un bâton, pour la lâcher ou la retirer ſuivant le beſoin. Mais cette corde a beſoin d'être attachée au cerf-volant d'une certaine maniere ; car il faut, 1° que d'un point de la corde, voiſin de ſon attache, partent deux autres petites cordes allant aux point B & C, pour empêcher la machine de tourner ſur l'axe AD. 2° Du même point de la corde doit partir une autre petite corde allant à un point voiſin de la tête A, enſorte que l'angle formé par la corde avec l'axe A B ſoit aigu du côté de A, & invariable : on en fait même paſſer une quatrieme de ce point de la corde à un point voiſin de D.

Les choſes ainſi préparées, quand on veut mettre le cerf-volant au vent, on fait tenir la corde à quelqu'un, & à quelques toiſes de diſtance ; on expoſe la ſurface inférieure au vent, en lâchant le cerf-volant en l'air. Celui qui tient la corde ſe met auſſi-tôt à marcher avec rapidité contre le vent, afin d'augmenter l'action de l'air ſur cette ſurface. Si l'on éprouve une réſiſtance conſidérable, on lâche un peu & ſucceſſi-

vement la corde, & le cerf-volant s'éleve : il ſuffit de ſçavoir bien gouverner, en lâchant ou retirant la corde à propos ; la lâchant lorſque, par l'effort qu'on éprouve, on juge que le cerf-volant peut s'élever encore ; la retirant quand on le ſent mollir. Un cerf-volant bien fait, peut, dans un lieu & un temps favorables, s'élever à 3 ou 400 pieds & même davantage.

Pour analyſer ce jeu, & reconnoître ce qui s'y paſſe, imaginons que AD repréſente l'axe du cerf-volant, auquel eſt attachée la corde EC, retenue en C par la perſonne qui le manœuvre. L'angle AEC doit être aigu. Que VE ſoit la direction du vent, dont nous ſuppoſons tous les filets réunis en un ſeul, agiſſant ſur le centre de gravité de la ſurface du cerf-volant, & que nous ſuppoſerons, pour ſimplifier, ne pas différer de celui du corps même, ou en être fort près.

Pl. 6, fig. 36.

Que FE repréſente la force avec laquelle le vent auquel le cerf-volant eſt expoſé, choqueroit perpendiculairement ſa ſurface ; qu'on tire EG perpendiculaire à cette ſurface, & qu'on mene FG perpendiculaire à EG ; qu'on faſſe enfin EL troiſieme proportionnelle à EF & EG, & qu'on mene LM parallele à GF ; alors EL repréſentera la force avec laquelle le vent choque la ſurface inférieure du cerf-volant dans le ſens perpendiculaire, & LM ſera l'effort que ce choc exercera dans le ſens ML ou AED.

Nous remarquerons d'abord que, par ce dernier, le cerf-volant tendroit à être précipité en bas ; mais l'angle AEC étant aigu, il en réſulte un effort dans le ſens EA, qui contre-balance le premier : ſans cela le cerf-volant ne pourroit ſe

ſoutenir ; & telle eſt la raiſon pour laquelle cet angle doit néceſſairement être aigu.

Prenons maintenant EH égale à EL ; & menant EI perpendiculaire à l'horizon, & HI perpendiculaire à EH, nous aurons deux nouvelles forces, dont l'une IH agira dans le ſens ED, & tendra à précipiter le cerf-volant : mais elle eſt anéantie, ainſi que la premiere ML, par la puiſſance en C, qui tire ſelon l'angle oblique AEC. L'autre EI, ſera celle qui tendra à faire monter le cerf-volant dans le ſens vertical.

Ainſi, ſi la force EI eſt plus grande que le poids du cerf-volant, il ſera élevé en l'air ; & ſi l'on ſuppoſe que l'extrémité de la ficelle ſoit fixe en C, il tournera autour de ce point C en s'élevant ; mais en tournant ainſi, il arrivera néceſſairement que le vent choquera avec plus d'obliquité la ſurface AB ; enſorte qu'il y aura enfin équilibre. Le cerf-volant ne s'élevera donc pas davantage, à moins qu'on ne lâche la ficelle ; car alors il s'élevera parallélement à lui-même ; & comme en montant il rencontrera un air plus libre & un vent plus fort, il tournera encore un peu à l'entour de l'angle C, ou l'angle C deviendra plus grand & plus approchant du droit.

Tel eſt le mécaniſme par lequel s'éleve le cerf-volant. Il eſt aiſé de voir qu'on peut, connoiſſant la viteſſe du vent, la ſurface & le poids du cerf-volant, ainſi que la grandeur conſtante de l'angle AEC, déterminer la hauteur à laquelle il s'élevera.

Une queſtion qui ſe préſente naturellement ici, eſt, *Quelle grandeur doit avoir l'angle AEF, pour que la petite machine s'éleve avec plus de facilité ?* Nous n'en donnerons pas l'analyſe ; nous nous

bornerons à dire qu'en ſuppoſant le vent horizontal, il faut que cet angle ſoit de 54° 44′, c'eſt-à-dire le même que celui que doit faire le gouvernail d'un vaiſſeau avec la quille, pour le faire tourner avec le plus de facilité, dans la ſuppoſition où les filets d'eau qui le choquent auroient une direction parallele à la quille.

Nous remarquerons ici qu'il n'y a pas une néceſſité abſolue que l'angle AEC ſoit invariable, & déterminé à être tel par une petite ficelle attachée d'un point de CE à un point voiſin de la tête; mais il faut alors que le point d'attache E de cette ficelle au cerf-volant, ne ſoit pas le même que le centre de gravité de la ſurface du cerf-volant, & que ce centre de gravité ſoit le plus loin qu'il ſe pourra vers le centre de la queue D. C'eſt pour cette raiſon que l'on ajoute à ce point D un filet garni de floccons de papier, qui retire ce centre de gravité vers le point D. Sûrement ceux qui s'amuſent du cerf-volant n'y ont pas été conduits *à priori:* l'origine de cette appendice a été l'envie de donner à la petite machine l'air d'un oiſeau à longue queue, ſe balançant dans les airs. Mais le hazard les a fort heureuſement ſervis; car M. Euler a trouvé, par un calcul dont il n'eſt pas poſſible de donner ici même l'idée, que cette petite queue contribue beaucoup à faire élever le cerf-volant.

Au reſte ce petit jeu, tout frivole qu'il eſt, préſente encore quelques autres conſidérations mécaniques qui exigent beaucoup d'adreſſe & un calcul fort compliqué; mais on nous permettra de nous borner à renvoyer au Mémoire de M. Euler le fils, cité plus haut.

REMARQUE.

ON peut, en obſervant toutefois les regles ci-deſſus, donner à cette machine pluſieurs figures différentes, comme celle d'un aigle, d'un vautour, &c. Je me ſouviens d'avoir vu un cerf-volant repréſentant un homme. Il étoit fait de toile taillée & peinte pour cet effet, & attachée ſur un châſſis léger, conſtruit de maniere à ſoutenir tous les contours de la figure. Elle étoit droite, & paroiſſoit vêtue d'une eſpece de gilet. Ses bras diſpoſés en anſes de chaque côté de ſon corps, & ſa tête ornée d'un bonnet terminé angulairement, favoriſoient l'aſcenſion de la machine, qui, étant à terre, avoit environ 12 pieds de haut; mais, pour en faciliter le tranſport, on pouvoit la plier en deux par le moyen de charnieres adaptées au châſſis. Celui qui guidoit cette eſpece de cerf-volant, parvint à l'élever, quoique dans un temps aſſez calme, à près de 500 pieds; & une fois élevé, il le ſoutenoit en l'air, en ne donnant qu'un léger mouvement au cordeau. La figure avoit alors un balancement ſemblable à celui d'un homme patinant ſur la glace. L'illuſion que cauſoit ce petit ſpectacle, qui ne ſemble d'abord fait que pour récréer des écoliers, ne laiſſoit pas d'attirer & amuſer un grand nombre de curieux.

PROBLÊME LXX.

De la Baguette divinatoire; ce qu'on en doit penſer.

NOUS ne parlons ici de la baguette divinatoire, que parceque cette illuſion ou ce charlataniſme phyſique a fait trop de bruit pendant un temps,

pour ne pas exciter la curioſité du lecteur, & qu'il s'attend ſans doute à trouver dans un ouvrage tel que celui-ci, au moins quelques mots ſur cette matiere. Sans ce motif, de pareils délires nous paroiſſent trop mépriſables & trop au deſſous de la philoſophie de ce ſiecle, pour que nous leur euſſions donné ici la moindre place.

La baguette divinatoire n'eſt autre choſe qu'une fourche de bois de coudrier, dont les deux branches doivent avoir 15 ou 18 pouces de longueur, & faire entr'elles un angle de 30 à 40 degrés. On en prend les deux branches dans les mains & d'une certaine maniere, en plaçant le tronc ou le milieu en l'air. On prétend que quelques perſonnes ſont douées d'une telle propriété, que, tenant ainſi cette baguette entre les mains, elle tend, par un mouvement violent, à abaiſſer ſon tronc en bas, lorſqu'on eſt à proximité d'une ſource, de métaux précieux renfermés dans le ſein de la terre, d'un argent volé, &c. Le dirons-nous ſans une ſorte de confuſion pour l'eſprit humain? on a été juſqu'à dire qu'elle tournoit ſur les traces de gens criminels, voleurs ou aſſaſſins. On vit, dit-on, en 1691, le fameux Jacques Aymar ſuivre de cette maniere, depuis Lyon juſqu'à la foire de Beaucaire, deux hommes qui en avoient aſſaſſiné un autre dans la premiere de ces villes, tracer leur marche & leur ſéjour d'auberge en auberge, les trouver enfin à Beaucaire, où ils furent arrêtés, & firent l'aveu de leur crime. La célébrité de cet homme fit qu'on voulut le voir à Paris; mais il y parut moins merveilleux que le long de la côte du Rhône; & après quelques épreuves de ſon art ſingulier qui réuſſirent mal, il fut renvoyé baſſoué comme il le méritoit. Il n'y a même pas

d'apparence que la juſtice des pays méridionaux du royaume l'ait davantage employé à ſuivre les criminels fugitifs ; car on ne trouve plus un ſeul mot concernant cet homme dans l'hiſtoire de ce temps : on dit même que, malgré ſa célébrité, il mourut dans la miſere. Il y a apparence qu'il avoit été témoin du crime commis par les deux ſcélérats ; que, voulant ſe faire un grand nom dans l'art de faire tourner la baguette, il les avoit ſuivis juſqu'à Beaucaire, où il avoit ſçu leur projet d'y reſter pendant la foire ; qu'il étoit retourné fort vîte à Lyon pour annoncer ſon ſecret, & les avoit ſuivis ainſi à la piſte. Il faut du reſte regarder comme des contes ce qu'on ajoutoit, ſçavoir, qu'il reconnoiſſoit les verres où ils avoient bu, les couteaux qui leur avoient ſervi, &c.

Comment des têtes organiſées pour être raiſonnables, ont-elles pu penſer qu'une action qui n'eſt que moralement mauvaiſe, ait pu imprimer quelque qualité phyſique aux auteurs de cette action ? que l'aſſaſſin d'un homme, ou un argent volé, faſſe plutôt tourner la baguette que celui qui a tué un mouton, ou que de l'argent ſimplement déplacé ? Il faut être imbécille pour adopter de pareilles rêveries.

Auſſi quelques phyſiciens, encore bien crédules, ont-ils borné la propriété de la baguette divinatoire à tourner à la proximité des tréſors, c'eſt-à-dire des maſſes conſidérables d'or ou d'argent, des fontaines ou des amas d'eaux, &c. Tout comme, diſent-ils, l'aimant agit ſur le fer par des particules inviſibles, de même ces corps peuvent, par une émanation particuliere, agir ſur le bois de la baguette, ou les bras de celui qui s'en ſert, &c. On peut voir ce beau raiſonnement

& vingt autres dans le livre de la *Baguette divinatoire*, par l'abbé de Vallemont, homme qui n'étoit pas ſans connoiſſances, mais crédule, & prêt à adopter tout ce qui avoit quelque choſe de merveilleux.

Le P. Kircher, autre homme célebre, mais guere moins entiché de l'amour du merveilleux, & ſouvent dupe ou crédule, a auſſi tâché de concilier avec la ſaine phyſique les merveilles prétendues de la baguette divinatoire : il a fait pour cela quelques expériences. Par exemple, il formoit une baguette ou verge droite, dont une moitié étoit de ſel gemme & l'autre de bois ; il la mettoit en équilibre, & l'expoſant à la vapeur d'une diſſolution de ſel marin échauffé, il remarquoit que ſa moitié ſaline s'inclinoit ; d'où il concluoit qu'une pareille baguette, portée au deſſus d'une mine de ſel, pourroit l'indiquer en perdant l'équilibre. Ce raiſonnement étoit pitoyable, car la mine de ſel n'exhale pas des vapeurs comme une eau échauffée ; mais en le ſuppoſant, c'eſt de l'eau pure qui forme ces vapeurs, & Kircher eût éprouvé la même choſe en expoſant ſa baguette mi-partie à la vapeur d'une eau pure. Mais ce ſeroit du temps perdu que de diſcuter ces ſottiſes, qui ne ſont plus que la vaine pâture de quelques eſprits crédules, & induits en erreur par des fripons.

On doit mettre au même rang les prétendues merveilles du nommé Parangue, qu'on vanta beaucoup, il y a ſix ou ſept ans, dans les provinces méridionales du royaume. Il étoit, dit-on, doué de la propriété merveilleuſe de voir dans les entrailles de la terre les eaux courantes, même à une très-grande profondeur ; il

en traçoit le cours ; il diſoit à peu près à quelle profondeur elles étoient. Les nouvelles venues de ce pays annonçoient chaque jour un nouveau fait qui atteſtoit cette prodigieuſe faculté ; on fit même des livres où l'on tâchoit d'expliquer comment il étoit poſſible que ſes yeux viſſent l'eau dans les entrailles de la terre : car, pour rendre cette faculté encore plus merveilleuſe, on vouloit qu'il vît réellement, & dans toute l'étendue du terme, les objets ſouterrains. Mais ce petit charlatan n'eut pas le même honneur que Jacques Aymar, ſçavoir, d'être appelé à Paris ; on le laiſſa exécuter ſes merveilles dans la province qui l'avoit vu naître, où il ne fut pas même long-temps un grand prophete, non plus que dans les provinces voiſines. Montelimart eſt la ville où il a ſur-tout fait ſes plus grands miracles ; mais il en a, dit-on, coûté quelque argent à ſes magiſtrats municipaux, pour avoir, ſur la parole du petit Parangue, fait creuſer aſſez profondément pour trouver une ſource. Les partiſans du petit charlatan ont dit qu'on s'étoit découragé trop tôt, & que tôt ou tard on auroit trouvé de l'eau. Nous le croyons auſſi : la prophétie, entendue de cette maniere, ne peut manquer de ſe vérifier.

J'ai ouï dire qu'on voit aujourd'hui, à peu près dans le même pays, un autre charlatan qui trouve les eaux cachées, d'une autre maniere. On le promene dans les lieux où l'on en ſoupçonne ; & lorſqu'il paſſe deſſus, il reſſent un accès violent de fievre, qui ne ceſſe que quand il a dépaſſé la ſource. *Credat Judæus Apella.*

Les folies des hommes ſemblent ne faire que ſe répéter. On avoit vu à Lisbonne, vers 1738, une femme qui avoit bien une propriété plus

extraordinaire que celle de Parangue. Dès l'âge de 5 ans elle avoit vu un enfant dans le ventre de la cuiſiniere de la maiſon, & l'avoit dit naïvement à ſa mere. L'événement juſtifia, dit-on, la jeune perſonne, dont les talents allerent toujours en ſe perfectionnant. Arrivée à un certain âge, elle voyoit dans le corps humain comme s'il eût été tranſparent, & même elle indiquoit aux médecins les viſceres attaqués de maladie. Une choſe néanmoins remarquable, c'eſt qu'elle ne voyoit ainſi dans le corps humain que lorſqu'on étoit déshabillé. Mais quoique quelques habits légers lui interceptaſſent la vue de ce qui étoit au-delà, elle ne laiſſoit pas, dit-on, de voir à de grandes profondeurs ſous terre. C'eſt ainſi que le petit Parangue, qui voyoit à travers les rochers, ne voyoit pas à travers une planche. Quant à la dame merveilleuſe de Lisbonne, elle voyoit très-bien, & même liſoit à travers une planche d'un pouce d'épaiſſeur. Un jour, étant encore enfant, & ſe promenant, elle vit un mineur ſous terre. On trouva qu'en effet il y en avoit un à 60 toiſes de profondeur. On imagine bien qu'elle voyoit l'eau & les ſources ſouterraines, & l'on prétend qu'il y a un grand nombre de puits creuſés à Lisbonne d'après ſes indications. C'eſt à elle, dit-on, que l'on doit la découverte d'un obéliſque caché depuis longtemps ſous terre, & qu'on fit relever pour la décoration de cette ville.

On raconte qu'un religieux de la même ville reconnoiſſoit en tout temps la préſence des eaux ſouterraines, en regardant le ſoleil à midi. Il voyoit, diſoit-il, une colonne de vapeurs qui s'élevoient vers cet aſtre.

On lit toutes ces ſottiſes dans un ouvrage inti-

tulé *Mémoires inſtructifs pour un Voyageur*, Amſt. 1738 ; & les admirateurs du petit charlatan de Montelimart n'ont pas manqué de les compiler, pour prouver que ce qu'on racontoit de ce dernier n'étoit pas impoſſible. Ils ne s'appercevoient pas qu'ils prouvoient une abſurdité par une plus grande encore.

Mais comment attendre quelque raiſonnement ſolide de bonnes-gens qui prennent comme un fait, que de la fontaine de Cintra en Portugal ſort un rayon de lumiere dirigé perpendiculairement vers le ſoleil ; que l'on eſt guéri de la jauniſſe quand on peut voir l'oiſeau appelé *le Loriot ;* qu'un éléphant furieux eſt tout-à-coup calmé quand il voit un mouton, &c. &c ? Ceux-là ſont capables de croire qu'on peut voir ſans lumiere ; & l'on pourroit dire qu'eux-mêmes, avec des yeux & de la lumiere, n'y voient guere, du moins des yeux de l'entendement.

Nous bornerons ici ce que nous avons à dire ſur la phyſique générale, & nous n'imiterons pas M. Ozanam ou ſon continuateur, en entaſſant comme eux une foule de queſtions ou d'objets puériles. Nous ne remplirons pas pluſieurs pages de l'énumération des propriétés du bois de frêne, ſur-tout coupé au moment précis de l'équinoxe ; propriétés qui ne peuvent trouver de croyance qu'auprès de bonnes-femmes, ou d'hommes à ranger dans la même claſſe.

Nous ne dirons pareillement rien de la fameuſe poudre de ſympathie, quoiqu'un homme aſſez célebre du ſiecle dernier, (le chevalier Digby,) mais amateur du merveilleux, & partiſan de la philoſophie ſpagirique, ait fait beaucoup d'efforts pour

lui donner crédit. Ces rêves ſe ſont diſſipés à la naiſſance de la ſaine philoſophie, de même que les vains fantômes de la nuit diſparoiſſent à la lumiere éclatante du ſoleil.

Cette même raiſon nous empêche auſſi de rapporter, comme le continuateur d'Ozanam, toutes les ſottiſes débitées & crues par le vulgaire ſur la ſympathie & l'antipathie de certains corps. Ce ſeroit, nous l'avouons, quelque choſe d'amuſant que le tableau de toutes les abſurdités qu'on a crues ſur ce ſujet : il montreroit juſqu'où peut aller la ſotte crédulité des hommes & leur penchant naturel à adopter ſans examen ce qu'on leur dit, malgré les raiſons évidentes de doute. Peut-être nous amuſerons-nous quelque jour de cette hiſtoire ; mais nous avons en ce moment quelque choſe de plus intéreſſant à faire.

RÉCRÉATIONS MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

DOUZIEME PARTIE.

De l'Aimant, & de ſes divers Phénomenes.

DE tous les phénomenes que nous offre la nature, le magnétiſme ou les propriétés de l'aimant, & l'électricité, peuvent être avec raiſon regardés comme les plus extraordinaires. Ce ſont auſſi ceux ſur leſquels les phyſiciens ſont le plus en défaut; car, il faut en faire l'aveu, malgré toutes les tentatives d'explications préſentées par les plus ſçavants phyſiciens, on ne connoît encore ſur ces deux phénomenes guere plus que des faits. On eſt parvenu à ramener quelques-uns de ces phénomenes à certaines hypotheſes; mais quand on examine ces hypotheſes mêmes,

d'un œil déſintéreſſé & ſans ſe faire illuſion, on eſt forcé de convenir de leur peu de ſolidité, & de reconnoître qu'elles ſont ſujettes à des difficultés qu'on ne ſçauroit lever, tant qu'on ſe fera une regle de ne raiſonner que d'après les propriétés connues de la matiere & des loix du mouvement. Peut-être nos deſcendants ſeront-ils plus heureux, &, aidés du temps & des expériences accumulées, verront ils plus clair ſur ces matieres; peut-être auſſi ſera-ce à jamais une énigme impénétrable pour l'eſprit humain.

Dans cette partie de notre ouvrage, nous nous bornerons à parler de l'aimant, de ſes propriétés, & des jeux phyſiques qu'on peut opérer par ſon moyen. L'électricité nous fournira la matiere de la partie ſuivante.

SECTION PREMIERE.

De la nature de l'Aimant.

L'AIMANT eſt une pierre métallique, ordinairement griſâtre ou noirâtre, compacte & fort peſante, qu'on trouve aſſez communément dans les mines de fer. Elle n'affecte aucune forme particuliere, & n'a rien extérieurement qui la diſtingue des productions les plus viles des entrailles de la terre. Mais ſa propriété d'attirer le fer ou de le repouſſer, de ſe diriger au nord lorſqu'elle a toute liberté de ſe mouvoir, lui donne un rang diſtingué parmi les objets les plus ſinguliers de la nature.

Cette pierre n'eſt, à proprement parler, qu'une mine de fer, mais du nombre de celles qu'on

appelle *pauvres*, parcequ'elles ne contiennent qu'une fort petite quantité de ce métal. Les métallurgiſtes modernes ſont en effet venus à bout d'en tirer du fer. Mais, outre que ſa fuſion eſt très-difficile, il y eſt en ſi petite quantité, qu'il ne dédommageroit pas d'une fort petite partie des frais de l'exploitation.

Pourquoi donc toutes les mines de fer ne ſont-elles pas des aimants? Voilà une queſtion à laquelle je ne crois pas qu'on ait jamais répondu. Cela vient ſans doute d'une combinaiſon particuliere du fer avec les parties hétérogenes auxquelles il eſt allié. Peut-être y entre-t-il quelque principe qui n'entre point dans les autres mines de ce métal; mais nous convenons que ce n'eſt rien dire. Il n'eſt pas, au ſurplus, impoſſible que la chimie découvre quelque jour en quoi conſiſte cette combinaiſon; & peut-être notre ignorance profonde ſur les cauſes phyſiques de l'action de l'aimant, ne vient-elle que de ce que les chimiſtes ſe ſont juſqu'à préſent peu occupés de cette production de la nature.

L'aimant étoit autrefois aſſez rare. Le nom de *magnes* qu'il portoit, tant chez les Grecs que chez les Latins, paroît lui venir de la Magnéſie, province de la Macédoine, où il ſe trouvoit en plus grande quantité, ou qui fournit les premiers aimants connus; mais l'on a depuis trouvé des aimants dans preſque toutes les régions de la terre, & principalement dans les mines de fer. L'iſle d'Elbe, ſi renommée par les mines de ce métal qu'on y exploite de toute antiquité, eſt en poſſeſſion de fournir les plus gros & les meilleurs aimants.

SECTION II.

Des propriétés principales de l'Aimant.

LES anciens ne connurent dans l'aimant que ſa propriété attractive à l'égard du fer; mais les modernes en ont découvert pluſieurs autres, ſçavoir, ſa communication, ſa direction, ſa déclinaiſon, ſon inclinaiſon, à quoi nous ajouterons aujourd'hui ſa variation annuelle & journaliere.

§. I.

De l'attraction de l'Aimant avec le fer, ou des Aimants entr'eux.

PREMIERE EXPÉRIENCE,

Qui prouve l'attraction de l'Aimant à l'égard du fer.

Tout le monde connoît la propriété attractive de l'aimant à l'égard du fer. Préſentez de la limaille de ce métal à une pierre d'aimant, & même à quelque éloignement, vous verrez cette limaille s'élancer ſur la pierre & s'y attacher. Il en ſera de même d'un morceau quelconque de fer, pourvu qu'il ſoit peu peſant, comme une aiguille: vous le verrez également s'approcher de l'aimant, auſſi-tôt qu'il en ſera à une certaine proximité plus ou moins grande, ſuivant la force de la pierre.

Cette expérience ſe fait encore de cette maniere. Suſpendez en équilibre à un fil de ſoie, ou mieux encore ſur un pivot qui laiſſe toute liberté au mouvement, une longue aiguille de fer; préſentez-

préſentez-lui un aimant à la diſtance de pluſieurs pouces, même de quelques pieds, ſi c'eſt un bon aimant : vous verrez un des bouts de cette aiguille ſe tourner du côté de l'aimant, juſqu'à ce qu'il en ſoit le plus près, & s'arrêter dans cette ſituation ; enſorte que ſi l'aimant change de poſition, l'aiguille le ſuivra continuellement. Si l'aiguille de fer nageoit ſur l'eau, ce qui eſt aiſé à faire, en la poſant ſur un petit ſupport de liege, non-ſeulement elle tournera un de ſes bouts vers l'aimant, mais elle s'en approchera juſqu'à ce qu'elle le touche.

Toutes ces mêmes choſes arriveront, y eût-il entre deux une lame de cuivre, de verre, une planche de bois, tels corps enfin qu'on voudra, autre néanmoins que du fer ; ce qui prouve que la vertu magnétique n'eſt point interceptée par tous ces corps, à l'exception de ce dernier.

Si donc la vertu magnétique eſt produite par des corpuſcules agités ou mis en mouvement d'une maniere quelconque, il faut que ces corpuſcules ſoient d'une ténuité extrême, & du moins bien ſupérieure à celle des autres émanations connues, comme les odeurs, puiſqu'ils traverſent ſans obſtacle tous les métaux, & même le verre. Que s'ils ne produiſent pas leur effet au travers du fer, c'eſt que probablement ils y trouvent une ſi grande facilité à s'y mouvoir, qu'ils ne paſſent pas au-delà, & c'eſt ainſi qu'ils ſe trouvent interceptés.

IIe EXPÉRIENCE.

Reconnoître les pôles de l'Aimant.

Plongez un aimant dans de la limaille de fer, vous l'en retirerez chargé de cette limaille ; mais

vous remarquerez qu'il y a deux endroits, à peu près diamétralement oppoſés, où elle eſt beaucoup plus ſerrée, & où les petits fragments oblongs de la limaille ſe tiendront debout, pour ainſi dire, tandis que dans les autres parties ils ſeront couchés.

Cette expérience ſert à reconnoître les pôles de l'aimant. En effet toute pierre d'aimant a deux pôles ou deux points oppoſés, qui ont, comme on le verra bientôt, des propriétés différentes & particulieres. On donne à l'un de ces points le nom de pôle *boréal*, & à l'autre celui de *méridional*, parceque ſi l'aimant eſt librement ſuſpendu, le premier ſe tournera de lui-même vers le nord, & conſéquemment l'autre regardera le ſud. Ces deux points doivent être remarqués dans une pierre d'aimant avec laquelle on ſe propoſe de faire des expériences.

IIIe EXPÉRIENCE.

Propriétés des pôles de l'Aimant l'un à l'égard de l'autre.

Ayez une pierre d'aimant dont vous aurez marqué les deux pôles, & que vous ferez nager ſur l'eau, en la poſant ſur un morceau de liege de la grandeur convenable; préſentez au pôle boréal de cette pierre le pôle boréal d'une autre: la premiere ſera repouſſée au lieu d'être attirée; mais elle ſera attirée, ſi à ſon pôle boréal on préſente le pôle auſtral de l'autre.

De même, ſi au pôle auſtral de la premiere on préſente le pôle auſtral de la ſeconde, la premiere fuira; mais elle s'approchera, ſi à ce pôle auſtral on préſente le pôle boréal de la ſeconde.

Ainſi les pôles de même dénomination ſe repouſſent, & ceux de différent nom s'attirent.

IVe EXPÉRIENCE.

Production de nouveaux pôles dans l'Aimant.

Coupez une pierre d'aimant perpendiculairement à l'axe paſſant par ſes deux pôles A & B; il ſe formera par la ſection deux nouveaux pôles, tels que F & E; enſorte que ſi A étoit le pôle auſtral de la pierre entiere, E ſera un pôle boréal, & F un pôle auſtral. Ainſi, par cette biſſection, le côté boréal de la pierre acquerra un pôle auſtral, & le côté auſtral un pôle boréal. Pl. 6, fig. 37.

REMARQUES.

I.

UNE pierre d'aimant, quelque bonne qu'elle ſoit, à moins qu'elle ne ſoit très-groſſe, ſoutient à peine quelques livres de fer; & en général le poids qu'une pierre d'aimant peut porter, eſt toujours fort au deſſous de ſon poids propre. Mais l'on eſt parvenu à lui faire produire un effet beaucoup plus conſidérable, au moyen de ce que l'on appelle *l'armure*. Nous allons décrire la maniere dont on arme un aimant.

Il faut d'abord donner à ſon aimant une figure à peu près réguliere, & l'équarrir ſur les côtés où ſont les deux pôles, enſorte que ces deux côtés forment deux plans paralleles. Formez enſuite d'un fer doux, (car l'acier n'eſt pas auſſi bon,) deux pièces comme vous voyez dans la *fig. 38*, dont la branche montante & applatie ait la même hauteur & la même largeur que les faces de l'ai- Fig. 38.

mant où ſe trouvent ſes pôles. Ce n'eſt, au reſte, que par beaucoup d'eſſais qu'on peut trouver l'épaiſſeur la plus convenable de cette branche, ainſi que la ſaillie du pied & ſon épaiſſeur. Ces deux pieces doivent embraſſer l'aimant par les deux faces où ſont ſes pôles, les pieds paſſant au deſſous, comme pour le ſupporter; & enſuite on aſſujettira le tout dans cette ſituation, par des bandes tranſverſales de cuivre qui entoureront l'aimant, & ſerreront les branches montantes de fer contre les faces des poles.

On doit enfin avoir une piece de fer doux, de
Pl. 6, fig. 39. la forme qu'on voit dans la *fig.* 39, un peu plus long que n'eſt la diſtance des deux bandes de fer appliquées au pôles de l'aimant, & dont l'épaiſſeur excede un peu les faces plates de deſſous les pieds de l'armure. Quant à la hauteur, il faut eſſayer la plus convenable. Cette piece ſera percée, vers ſon milieu, d'un trou auquel ſera attaché un crochet, pour y ſuſpendre le poids que doit ſupporter l'aimant. On voit dans la *fig.* 40, une pierre armée; & elle ſuffira, ſans autre explication, pour en concevoir tout le mécaniſme & l'arrangement.
Fig. 40.

Une pierre étant ainſi armée, ſoutient un poids incomparablement plus grand que non armée. Ainſi une pierre de 2 à 3 onces ſoutiendra par ce moyen 50 à 60 onces de fer, c'eſt-à-dire vingt à trente fois ſon poids.

Lemery dit avoir vu un aimant de la groſſeur d'une pomme médiocre, qui portoit 22 livres. On en a vu une qui peſoit environ 11 onces, & qui portoit juſqu'à 28 livres. On en vouloit 5000 livres. M. de la Condamine, de l'Académie royale des Sciences, en poſſédoit une qui lui avoit été donnée par M. de Maupertuis: elle eſt, je

crois, celle qui porte le plus grand poids connu. Je ne me ſouviens plus de ſes dimenſions & de ſon poids, qui n'étoient pas bien conſidérables; mais je crois me rappeler lui avoir ouï dire qu'elle portoit ſoixante livres.

II.

On a examiné s'il y a d'autres corps que le fer qui ſoient attirés par l'aimant; mais il ne paroît pas qu'il y en ait aucun autre. On lit cependant dans M. Muſchenbroeck, qu'on a trouvé que l'aimant agiſſoit ſur une pierre qu'il appelle *loughneagh*. Nous ne ſçavons ce que c'eſt que cette pierre. C'eſt probablement quelque mine de fer où ce métal eſt peu minéraliſé.

Il rapporte dans ſon *Cours de Phyſique expérimentale*, chap. vij, les eſſais qu'il a faits ſur beaucoup de matieres différentes, pour s'aſſurer ſi elles étoient attirables par l'aimant. Il a trouvé que, ſans aucune préparation, cette pierre attire la totalité ou beaucoup de parties dans diverſes ſortes de ſables & terres dont il fait l'énumération; qu'il y en a pluſieurs autres qui ne préſentent des particules attirables en tout ou en partie à l'aimant, qu'après avoir éprouvé l'action du feu, en les faiſant rougir & brûler avec du ſavon, du charbon ou de la graiſſe: après quoi, dit-il, elles ſont attirables à l'aimant avec preſque autant de force que la limaille de fer: telles ſont, ajoute-t-il, les terres dont on fait les briques, & qui deviennent rouges après avoir été brûlées; différents bols & ſables colorés. Il y en a d'autres qui, brûlées de cette maniere, ne préſentent que peu de parties foiblement attirables à l'aimant: il en fait auſſi

une assez longue énumération que nous épargnerons au lecteur.

On ne sera point surpris de cela, si l'on rapproche ces deux faits ; le premier, que l'aimant n'attire le fer que quand il est dans son état métallique, & qu'il n'a aucune action sur ce métal lorsque, par le grillage, on l'a réduit en chaux ou en ochre ; le second, que le fer est universellement répandu dans la nature, & qu'il est presque dans tous les corps, plus ou moins éloigné de son état métallique, ou, comme on le verra dans la suite, plus ou moins privé de son phlogistique. Les corps où il est dans son état métallique, sont en tout ou en partie attirables à l'aimant sans préparation ; mais dans les autres, le fer n'est attirable qu'après avoir été brûlé avec des matieres grasses, qui lui rendent son phlogistique & son état métallique. Telle est uniquement la cause du phénomene dont M. Muschenbroek paroît embarrassé. Il ne l'eût été en aucune maniere, si la chimie lui avoit été aussi familiere que les autres parties de la physique.

Un navigateur Anglois a rapporté avoir observé que du suif tombé sur la glace qui couvre une bousſole, troubloit l'aiguille aimantée, & que le laiton produisoit le même effet. Si cette observation est exacte, il faut en conclure qu'il y avoit par hasard quelques particules ferrugineuses dans ce suif & dans ce laiton ; car je crois qu'on peut regarder comme certain que le fer seul, dans son état métallique, est susceptible d'agir sur l'aimant, & d'être attiré par lui.

Ve EXPÉRIENCE.

La direction du courant magnétique.

Mettez sur un carton un aimant nu, & jetez

autour de la limaille de fer; frappez alors doucement ſur le carton : vous verrez toute cette limaille s'arranger en lignes courbes qui environneront l'aimant, & qui, ſe rapprochant comme les méridiens d'une mappemonde, concourront à ſes deux pôles.

Cette expérience favoriſe l'opinion de ceux qui penſent que les phénomenes magnétiques dépendent d'un fluide qui ſort par un des pôles de la pierre, & entre par l'autre, après avoir circulé à l'entour d'elle.

VIe EXPÉRIENCE,

Qui prouve l'action mutuelle des Aimants & du Fer.

Mettez deux aimants, ou un aimant & un morceau de fer ſur deux petits bateaux de liege, que vous ferez nager dans un vaſe plein d'eau. Après avoir dirigé le pôle ſeptentrional de l'un vis-à-vis l'auſtral de l'autre, (ſi ce ſont deux aimants,) abandonnez les deux petits bateaux à eux-mêmes : vous les verrez s'élancer l'un vers l'autre, le plus foible faiſant le plus de chemin. Il en ſera de même ſi c'eſt un ſimple morceau de fer préſenté au pôle ſeptentrional de l'aimant. Ainſi cette attraction eſt réciproque, & l'on peut dire que le fer attire autant l'aimant que l'aimant attire le fer. Au reſte cela doit être néceſſairement, puiſqu'il n'y a point d'action ſans réaction, & que cette derniere eſt toujours égale à la premiere.

REMARQUE.

M. Muſchenbroek a cherché à reconnoître en quel rapport décroiſſoit l'action de l'aimant rela-

tivement aux diſtances, & il a cru voir que ſa force d'attraction diminue dans une raiſon quadruplée, ou comme les quarrés-quarrés des diſtances. Ainſi, ſi à une ligne de diſtance une particule de fer eſt attirée avec une force comme 1 à 2 lignes cette force ſera 16 fois, à 3 lignes 81 fois, à 4 lignes 256 fois moindre. Peut-être même cette action diminue-t-elle encore plus rapidement; car, dans un vaiſſeau de guerre qui eſt chargé d'une multitude de gros canons de fer, on ne s'apperçoit pas qu'ils agiſſent ſenſiblement ſur la bouſſole. Je crois cependant qu'il ſeroit prudent de les éloigner le plus qu'il eſt poſſible.

§. II.

De la communication de la propriété magnétique.

Le magnétiſme, ou la propriété d'attirer le fer, de ſe diriger vers un certain endroit du ciel, n'eſt pas tellement propre à l'aimant, qu'elle ne ſe puiſſe communiquer; mais on n'a encore trouvé que le fer ou l'acier qui en ſoit ſuſceptible. On ne connoiſſoit, il y a un demi-ſiecle, que l'attouchement même ou la continuité de la préſence d'un aimant qui pût produire cet effet; mais depuis quelque temps on a trouvé le moyen de rendre un morceau de fer magnétique ſans aimant, & même ces aimants artificiels ſont ſuſceptibles d'une force qu'ont rarement des aimants naturels. On va détailler ces différents moyens dans les expériences ſuivantes.

VIIe EXPÉRIENCE.

Maniere d'aimanter.

Ayez un aimant armé ou non armé; paſſez un

des pieds de l'armure, ou un des pôles, ſur une lame de fer trempé, comme une lame de couteau, mais en allant toujours du même ſens, du milieu, par exemple, vers la pointe : après un certain nombre de pareilles frictions, la lame de fer ſe trouvera aimantée, & attirera comme l'aimant lui-même le fer qui ſe trouvera dans ſa ſphere d'activité.

La même choſe arrivera, ſi on laiſſe pendant long-temps attaché à un aimant un petit morceau d'acier allongé : ce morceau acquerra, par ſon ſéjour dans cette ſituation, la propriété magnétique ; il aura des pôles comme l'aimant : enſorte que le pôle boréal ſera au bout qui étoit contigu au pôle auſtral de la pierre ; & au contraire, s'il touchoit le pôle boréal par un bout, ce bout deviendra pôle auſtral.

VIIIe EXPÉRIENCE.

Maniere de faire avec des barreaux d'acier un Aimant artificiel.

Nous allons enſeigner ici le moyen de faire avec des lames d'acier un aimant artificiel beaucoup plus fort qu'un aimant naturel. Pour cet effet, prenez une douzaine de lames d'acier trempées, de 6 pouces environ de longueur, de 6 lignes de largeur & 2 d'épaiſſeur. On aura eu ſoin, avant de les tremper, de faire à l'une de leurs extrémités une marque avec un poinçon ou autrement. Diſpoſez ſix de ces lames en une ſeule ligne droite, en obſervant qu'elles ſoient en contact, & que les bouts marqués ſoient dirigés vers le nord ; vous prendrez enſuite un aimant armé, dont vous poſerez les deux pôles ſur une de ces

lames, le pôle nord du côté du bout marqué, & le pôle ſud du côté du bout non marqué; vous coulerez après cela la pierre ſur toute la ligne, en commençant par le bout non marqué de la premiere, & vous réitérerez cette friction trois ou quatre fois.

Cela fait, vous ôterez les deux lames du milieu, & vous les ſubſtituerez aux deux des extrémités, que vous placerez au milieu; après quoi vous ferez gliſſer dans le même ſens la pierre ſur les quatre du milieu ſeulement, car il eſt ſuperflu d'y comprendre celles des extrémités; enfin vous renverſerez toute la ligne, c'eſt-à-dire que vous mettrez deſſus la face qui étoit deſſous, & vous l'aimanterez de la même maniere, en ayant ſoin auſſi de tranſpoſer les lames des extrémités à la place de celles du milieu.

Vous aurez par ce moyen ſix lames aimantées, dont vous ferez deux faiſceaux, chacun de trois. Dans chacun de ces faiſceaux, les extrémités nord doivent être du même côté; mais, en adoſſant l'un des faiſceaux à l'autre, vous aurez ſoin de faire que les extrémités nord des lames de l'un s'appuient ſur les extrémités ſud des autres. Ces deux faiſceaux doivent ſe toucher par leur partie ſupérieure, & être ſéparés de l'autre côté; ce qui ſe fait au moyen d'un petit morceau de bois mis entre deux.

Après cela, diſpoſez les ſix lames auxquelles on n'a point touché, de la même façon que les ſix précédentes, & aimantez-les de la même maniere, au moyen du double faiſceau des premieres; c'eſt-à-dire en faiſant paſſer les deux extrémités nord & ſud de ce double faiſceau ſur la nouvelle ligne de lames: vous aurez ces ſix lames

aimantées beaucoup plus fortement que les premieres. Vous referez donc une ligne des ſix premieres, que vous aimanterez de la même façon avec le double faiſceau fait des ſecondes ; & enſuite, au moyen des premieres, vous aimanterez de nouveau les ſecondes, ſuivant la même méthode : vous aurez enfin, par ce moyen, des lames d'acier qui porteront juſqu'à 16 fois leur poids, & même plus.

Ce procédé eſt de M. Michell, de la Société royale de Londres. M. Canton, célebre obſervateur des phénomenes de l'aimant, en a auſſi enſeigné un pour le même objet. M. Duhamel, de l'Académie des Sciences, a pareillement donné le ſien. Mais on peut voir tout cela dans le petit traité ſur les aimants artificiels, traduit en françois, & imprimé en 1755. Nous ne pouvons pas en dire davantage ; il nous ſuffit d'obſerver que, par ces procédés, le plus foible commencement de magnétiſme ſuffit pour ſe procurer les barres magnétiques les plus puiſſantes. Il n'eſt pas même néceſſaire d'avoir un aimant ; car nous allons enſeigner dans l'expérience ſuivante, divers moyens de communiquer le magnétiſme ſans aimant.

IXe EXPÉRIENCE.

Produire dans une barre de fer la vertu magnétique ſans aimant.

C'eſt ſans doute une ſorte de paradoxe que de propoſer d'aimanter ſans aimant. On y eſt cependant parvenu au moyen de quelques conſidérations théoriques ſur la nature de l'aimant, & ſur la maniere dont le fluide magnétique agit ſur le fer. Ainſi l'on n'a pas beſoin d'un aimant pour produire un commencement de magnétiſme,

qu'enſuite on augmente à un degré très-conſidérable par le procédé ci-deſſus.

MM. Canton, Michell & Anthéaume, ſont les auteurs de divers moyens employés pour aimanter ſans aimant. Suivant M. Canton, prenez un fourgon, c'eſt-à-dire une de ces barres de fer terminées en pointe, qui ſervent en Angleterre à attiſer le feu; mettez-la verticalement entre vos genoux la pointe en bas, & attachez avec de la ſoie contre la partie ſupérieure & ſuivant ſa longueur, une petite lame d'acier trempé mou; enſuite, tenant cet appareil de la main gauche avec le fil de ſoie, prenez de la main droite la pincette preſque verticalement, & avec le bout inférieur de cette pincette frottez une douzaine de fois de bas en haut cette petite barre: vous lui donnerez par ce moyen une force magnétique propre à lui faire ſoutenir une petite clef.

M. Michell s'y prend d'une autre maniere. Il faut mettre, dit-il, une petite lame d'acier en ligne directe, entre deux barres de fer, dans la direction du méridien magnétique, & de maniere qu'elles ſoient un peu inclinées du côté du nord; on prendra enſuite une troiſieme barre, qu'on tiendra preſque verticalement, enſorte néanmoins que l'extrémité ſupérieure ſoit un peu inclinée vers le midi; on gliſſera l'extrémité inférieure de cette barre le long des trois barres ſituées en ligne directe, avec l'attention d'aller du nord au ſud: il en réſultera un commencement de vertu magnétique dans la lame d'acier.

Voici la méthode de M. Anthéaume. On commencera par fixer invariablement une planche dans la direction du courant magnétique, c'eſt-à-dire, pour Paris, inclinée d'un angle de 70 degrés en-

viron à l'horizon, & dont la projection horizontale en faſſe un avec le méridien d'environ 20 degrés au moment actuel; on placera enſuite de fil ſur cette planche deux barres de fer quarrées, de 4 à 5 pieds de longueur, ou même davantage, & de 15 lignes de gros : elles ſeront limées quarrément par leurs extrémités qui ſe regardent. Chacune de ces extrémités doit être garnie d'un petit quarré de tôle de deux lignes d'épaiſſeur, & débordant la face ſupérieure de la barre de la hauteur d'une ligne, limé ſur ce côté quarrément, pour former au deſſus de la barre une eſpece de reſſaut ou de talon. Les trois autres côtés de ce quarré de tôle doivent effleurer les faces correſpondantes de la barre, & être taillés en biſeau ou chanfrein. Enfin l'on mettra une languette de bois entre ces deux armures des extrémités de ces deux barres.

Cela étant ainſi diſpoſé, on gliſſera ſur les deux talons ci-deſſus décrits, la lame d'acier qu'on veut aimanter, en la faiſant couler lentement d'un de ſes bouts à l'autre, comme l'on aimante une barre de fer ſur les deux talons de ſon armure : elle prendra un magnétiſme aſſez puiſſant. M. Anthéaume dit même avoir été ſurpris de voir que par ce moyen il aimantoit, non de petites barres d'acier, comme MM. Canton & Michell, mais des barres d'un pied de longueur & de pluſieurs lignes d'épaiſſeur.

Le même phyſicien dit avoir obſervé que les aciers de *carme* ou *à la roſe*, & l'acier d'Angleterre, ſont les meilleurs pour cet objet; que le premier acier réuſſit mieux trempé dur à l'ordinaire, & que l'acier d'Angleterre a beſoin d'être trempé en paquet; enfin, que ſi l'on ſe contente

de l'acier trempé & recuit, toute trempe eſt indifférente.

REMARQUE.

IL n'eſt pas même beſoin du frottement d'un fer contre un autre pour produire la vertu magnétique. On a obſervé qu'une barre de fer tenue pendant long-temps dans la direction du méridien magnétique, ou dans une ſituation qui en approche beaucoup, contracte le magnétiſme. Un grand orage ayant fort endommagé le clocher de Notre-Dame de Chartres en 1690, on en retira des barres de fer qui ſe trouverent aimantées. Mais ce qu'il y eut de plus remarquable encore, c'eſt que les morceaux de ces barres qui étoient preſque détruits par la rouille, étoient d'excellents aimants. L'abbé de Vallemont en donna dans le temps l'hiſtoire, qui fit la matiere d'un petit traité imprimé en 1692.

Gilbert, médecin & phyſicien Anglois, qui donna en 1640 un ouvrage ſur l'aimant, avoit déja obſervé que de petites barres de fer ſervant à retenir des vitrages, & qui avoient reſté pendant longues années dans la même poſition du ſud au nord, étoient devenues magnétiques. Il raconte, liv. iij, chap. 13, que le vent ayant courbé une barre de fer qui portoit un ornement ſur l'égliſe de S. Auguſtin de Rimini, lorſque, après 10 ans, les religieux qui deſſervent cette égliſe voulurent la faire redreſſer, on fut fort ſurpris de lui trouver toutes les propriétés d'un bon aimant. M. Muſchenbroeck rapporte la même choſe de ferrements tirés de la tour de Delft. On lit enfin dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1731, qu'il y avoit à Marſeille une cloche tour-

nante ſur un eſſieu de fer poſé dans le ſens du levant au couchant, & portant par ſes bouts ſur de la pierre ; que de la rouille de ces bouts, mêlée avec la pouſſiere de la pierre uſée, & avec l'huile dont on l'oignoit pour faciliter le mouvement, il s'étoit formé une maſſe dure & peſante, qui, en étant détachée, ſe trouva avoir toutes les propriétés de l'aimant. On croit que cette cloche étoit là depuis plus de 400 ans.

Gilbert remarque encore qu'une barre de fer qu'on a fait rougir dans la forge pendant qu'elle étoit dirigée du midi au nord, & qu'on bat enſuite ſur l'enclume dans la même poſition, acquiert la vertu magnétique ; & que ſi la premiere fois cette vertu n'eſt guere ſenſible, elle le devient davantage réitérant l'opération. Mais on doit obſerver qu'il faut pour cela que ce morceau de fer ait 100 ou 150 fois en longueur ſon diametre. Il en eſt de même d'une barre de fer qui, après avoir été échauffée, ſe refroidit dans la direction du méridien.

Mais voici une conjecture de ce phyſicien qui ne s'eſt pas vérifiée. Il a dit que ſi l'on donne à un aimant une forme ſphérique, & que ſes deux pôles ſoient aux extrémités d'un diametre, enfin que cet aimant ſphérique ſoit bien équilibré & ſuſpendu ſur ſes pôles, il tournera ſur ſon axe en vingt-quatre heures ; donc, ajoutoit-il, la Terre n'étant qu'un grand aimant, elle doit avoir un pareil mouvement. C'eût été là une preuve aſſez puiſſante du mouvement de la Terre, au moins autour de ſon axe. Mais M. Petit, phyſicien induſtrieux du dernier ſiecle, ayant pris la peine de faire l'expérience alléguée par Gilbert, le petit globe d'aimant reſta parfaitement immobile. Cela

n'empêche pas que le mouvement de la Terre ne ſoit certain, & même qu'on ne puiſſe la conſidérer comme un gros aimant, quoique le P. Grandamy ait conclu du défaut de l'expérience alléguée par Gilbert, que la Terre étoit immobile.

§. III.

De la direction de l'Aimant, de ſa déclinaiſon & de ſa variation.

Xe EXPÉRIENCE.

Reconnoître la direction de l'Aimant.

Ayant reconnu les pôles d'un aimant, poſez-le ſur un petit bateau de liege, que vous mettrez ſur l'eau; vous le verrez ſe placer de lui-même conſtamment dans une direction.

Il en ſera de même d'une aiguille aimantée, que vous ferez nager ſur l'eau par un ſemblable moyen, ou que vous aurez miſe en équilibre ſur un pivot délié, enſorte qu'elle ait toute liberté de ſe mouvoir dans un ſens ou dans un autre; vous la verrez conſtamment affecter la même direction.

Il n'eſt même pas abſolument néceſſaire qu'une aiguille ſoit aimantée pour ſe diriger du côté du nord. Lorſqu'elle eſt extrêmement légere & qu'elle a toute liberté de ſe mouvoir, elle affecte d'elle-même cette direction.

En effet, prenez une aiguille à coudre fort menue; poſez-la ſur la ſurface d'une eau tranquille, où elle ſurnagera: au bout de quelques heures, vous la trouverez dans la direction que l'aiguille aimantée prend tout-à-coup.

La direction ou la ligne ſuivant laquelle s'arrange

range ainſi d'elle-même une aiguille, ſoit aimantée, ſoit non aimantée, s'appelle le *méridien magnétique*, qu'il faut bien diſtinguer du méridien terreſtre; car on verra bientôt qu'ordinairement ils font un angle l'un avec l'autre. Les phyſiciens s'accordent preſque unanimement à penſer que cette propriété de l'aimant eſt l'effet d'un courant d'un fluide particulier qui environne la Terre, & qui pénétrant l'aiguille aimantée dans ſa longueur, ou d'un pôle à l'autre, la range dans ſa direction propre.

Ce qu'il y a de bien ſingulier, c'eſt que ce méridien magnétique non-ſeulement eſt, dans preſque tous les lieux de la terre, différent du méridien terreſtre, & déclinant tantôt à l'eſt, tantôt à l'oueſt, mais encore que cette déclinaiſon varie annuellement, comme le prouvent les expériences ſuivantes.

XIe & XIIe EXPÉRIENCES.

Le changement de déclinaiſon de l'Aimant.

Sur une ligne méridienne tracée avec ſoin, & dans un lieu éloigné de tout morceau de fer, placez une aiguille aimantée ſur ſon pivot; obſervez ſa direction, & vous trouverez communément qu'elle fait un angle avec le méridien. Il étoit, par exemple, en 1770 à Paris, de 19 degrés 55 minutes à l'oueſt.

Si, quelques années après, vous réitérez cette obſervation, vous trouverez que cet angle n'eſt plus le même, mais qu'il a augmenté ou diminué. A Paris, par exemple, cet angle, ou la déclinaiſon de l'aiguille aimantée, étoit en 1750 de 17° 15′ à l'oueſt; en 1760 elle a été obſervée de 18°

45′; en 1770, de 19° 55′, ou même 20 degrés & quelques minutes.

REMARQUE.

DANS la plus grande partie de notre continent, ainſi que dans toute l'Amérique ſeptentrionale, à l'exception de la partie la plus voiſine du golfe du Mexique, la déclinaiſon ſe fait actuellement à l'oueſt, & elle va continuellement en croiſſant. Dans toute l'Amérique méridionale, dans tout le golfe du Mexique, ainſi que la partie de la mer Pacifique entre les tropiques, & du côté du ſud, elle ſe fait à l'eſt, & elle va continuellement en diminuant.

Le célebre M. Halley ayant pris la peine de raſſembler une prodigieuſe multitude d'obſervations de navigateurs, donna en 1700 une carte extrêmement curieuſe, ſur laquelle il a lié par des lignes les lieux de la terre où la déclinaiſon de l'aiguille aimantée eſt la même. On y voit, par exemple, que la ligne ſur laquelle en 1700 l'aiguille aimantée n'avoit point de déclinaiſon, partageoit à peu près également la partie du ſud de l'Océan Atlantique, & venoit couper l'équateur vers le premier degré de longitude, ou ſon interſection avec le premier méridien; de-là elle alloit gagner en ligne courbe la nouvelle Angleterre, & traverſant le nouveau Mexique & la Californie elle couroit au nord de la mer Pacifique. Probablement elle gagnoit l'Aſie, & paſſoit par le nord de la Tartarie; d'où deſcendant à travers la Chine & les Moluques, elle traverſoit la nouvelle Hollande. Au ſud & à l'oueſt de cette ligne, la déclinaiſon étoit à l'eſt; au nord & à l'eſt, elle étoit à l'oueſt.

D'autres obſervations faites environ cinquante ans après, ont appris que cette ligne eſt aujourd'hui déplacée, & qu'elle a eu en quelque ſorte un mouvement vers le ſud-oueſt, & en changeant un peu de forme. Suivant ces obſervations raſſemblées par MM. Mountaine & Dodſon, de la Société royale de Londres, elle traverſoit en 1744 à peu près le milieu de l'Océan Atlantique, coupoit l'équateur vers le douzieme degré de longitude à l'oueſt du premier méridien; delà elle paſſoit vers le milieu de la Floride, & côtoyant à peu près la Louiſiane, elle traverſoit le vieux Mexique, d'où elle gagnoit la pointe de la Californie, enſuite elle ſe jetoit au nord de la mer Pacifique, & coupoit le premier méridien vers le 44e degré de latitude nord, d'où elle redeſcendoit vers le ſud & traverſoit le Japon, la plus grande des Philippines, les royaumes de Pégu & d'Arracan, venoit faire une pointe à l'eſt vers l'iſle de Ceylan; enfin, revenant traverſer les Moluques, alloit par une ligne courbe vers le pôle auſtral, en laiſſant à l'oueſt la nouvelle Hollande. Telle étoit la poſition de cette ligne en 1744; d'où l'on peut à peu près déterminer ſa poſition actuelle.

On trouvoit de même ſur la carte de M. Halley, la ligne qui joignoit tous les points où la déclinaiſon étoit de 5° à l'eſt ou à l'oueſt; ceux où elle étoit de 10, de 15° &c. On remarque aujourd'hui qu'elles ont eu toutes un mouvement à peu près ſemblable à celui de la ligne ſans déclinaiſon.

L'objet de M. Halley, dans un travail auſſi pénible, n'étoit pas de pure curioſité: il avoit deſſein de faire ſervir ces cartes à la détermination

des longitudes en mer. En effet, ſi l'on avoit une carte bien sûre de ces lignes de déclinaiſon, il eſt viſible qu'en obſervant la déclinaiſon réelle de la bouſſole & la latitude, on auroit la détermination du point précis occupé au moment de l'obſervation ſur la ſurface de la terre. Car, ſuppoſons qu'on eût obſervé dans l'Océan Atlantique la déclinaiſon de 7° ½ à l'oueſt, & la latitude nord de 32°; il eſt évident que le lieu du vaiſſeau ſeroit le point où ſe coupent le parallele nord de 32°, & la ligne de déclinaiſon de 7° ½. Il ne reſteroit qu'à perfectionner les moyens de trouver ſur mer avec beaucoup d'exactitude la déclinaiſon, ce qui ne ſeroit pas impoſſible.

Il eſt fâcheux qu'on n'ait pas des obſervations bien anciennes de la déclinaiſon de l'aiguille aimantée. Cela vient probablement de ce que cette déclinaiſon n'a guere été bien conſtatée & reconnue des phyſiciens que vers la fin du ſeizieme ſiecle. On voit au ſurplus par ces obſervations, qu'anciennement à Paris, à Londres, & dans la plus grande partie de l'Allemagne, la déclinaiſon étoit orientale; car elle fut trouvée à Paris en 1580, de 11° 30′ à l'eſt. Depuis ce temps elle a diminué juſqu'en 1666, qu'elle fut nulle: elle a enſuite paſſé du côté de l'oueſt, en augmentant continuellement dans ce ſens; car elle fut obſervée en 1670, de 1° 30′; en 1680, de 2° 40′; en 1701, de 8° 25′; on l'obſervoit en 1770, de 20° moins quelques minutes. Elle devroit, à en juger par ſa marche ordinaire, être aujourd'hui de 20° ½ ou plus; mais, au grand étonnement des phyſiciens, ſon progrès s'eſt arrêté là; & la déclinaiſon de l'aiguille à l'oueſt paroît même en ce moment commencer à diminuer. Elle n'a été ces

dernieres années, que d'environ 19° 30 à 40 minutes, enſorte que très-probablement l'aiguille va rétrograder, repaſſer par le méridien, ce qui arrivera dans environ cent dix ans, pour décliner enſuite du côté de l'eſt, comme en 1580.

J'ai toujours été dans la perſuaſion que ce ſeroit là ſa marche; mais j'avoue que voyant ſa déclinaiſon augmenter chaque année aſſez régulièrement de 8 à 9 minutes, je ne croyois pas que ſa ſtation & ſon retour vers l'eſt fût auſſi prochain: car les géometres ſçavent que, lorſqu'une grandeur approche de ſon *maximum* ou de ſon *minimum*, ſes accroiſſements ou ſes diminutions deviennent de plus en plus inſenſibles, pour être zéro à ces points. Mais ici la marche de la nature n'eſt pas celle de la géométrie, quoique ordinairement elles ſoient à cet égard fort d'accord.

Mais quelle eſt la cauſe de la déclinaiſon de l'aimant? Voici quelques conjectures ſur ce ſujet.

MM. de la Hire, pere & fils, ont fait une expérience curieuſe, & qui peut ſervir à jeter de la lumiere ſur la cauſe de ce phénomene. Ils avoient un fort gros aimant, qu'ils arrondirent en globe autant qu'il leur fut poſſible; ils en chercherent les pôles, qui ſe trouverent exactement aux extrémités d'un diametre, & ils tracerent ſon équateur & douze de ſes méridiens; enſuite ils appliquerent ſur ce globe d'aimant, qui avoit environ un pied de diametre, & qui peſoit près de cent livres, une aiguille aimantée: ils obſerverent qu'il y avoit des endroits où elle déclinoit vers l'oueſt, & d'autres où elle n'avoit aucune déclinaiſon, & qui formoient une ou deux lignes continues

ſur ſa ſurface, comme M. Halley l'avoit déterminé ſur la ſurface terreſtre, quoique d'une forme abſolument différente.

Il eſt plus que probable, dit l'hiſtorien de l'Académie, (*voyez* ann. 1705,) que la cauſe des déclinaiſons obſervées ſur ce globe d'aimant, étoit uniquement l'inégalité de ſa contexture & de la force magnétique de ſes différentes parties. On peut auſſi conjecturer que la Terre étant un grand aimant, ou du moins un globe renfermant dans ſon ſein de grandes maſſes magnétiques, c'eſt leur inégale diſtribution qui cauſe ſur ſa ſurface la variété de la direction de l'aiguille aimantée. Mais il y a cette différence, que dans le ſein de la Terre il ſe fait ſans ceſſe de nouvelles générations, au lieu que la maſſe de l'aimant de MM. de la Hire n'étoit ſujette à rien de ſemblable. De-là vient auſſi que ſur la ſurface de la Terre la direction de l'aimant eſt variable, au lieu que ſur la ſurface de cet aimant elle ne pouvoit qu'être conſtante.

Il faut cependant convenir que, dans cette explication, il eſt difficile de rendre raiſon pourquoi, depuis deux ſiecles au moins, l'on voit la ligne ſans déclinaiſon, ſe mouvoir conſtamment de l'eſt à l'oueſt. Des effets provenants de cauſes auſſi variables que des deſtructions & générations nouvelles dans le ſein de la Terre, devroient éprouver de plus grandes irrégularités, & la marche de l'aiguille aimantée devroit être tantôt du côté de l'eſt, tantôt de celui de l'oueſt.

M. Halley avoit propoſé une hypotheſe phyſique pour rendre raiſon de la variété des déclinaiſons de l'aimant. Il ſuppoſoit pour cet effet deux pôles magnétiques fixes, & deux mobiles dans

certaines poſitions. Mais M. Albert Euler l'a ſimplifiée dans un mémoire fort curieux, qu'on lit parmi ceux de l'Académie de Berlin, (ann. 1757.) Il ſuppoſe ſeulement deux pôles magnétiques, l'un à 14° 53′ du pôle boréal de la Terre, & l'autre à 29° 23′ du pôle auſtral. Le méridien dans lequel ſe trouve le premier, paſſe par le 258e degré de longitude; & celui du ſecond, par le 303e. Il prend enſuite pour principe, que l'aiguille aimantée ſe range toujours dans le plan qui paſſe par les deux pôles magnétiques & le lieu de l'obſervation, & il détermine par le calcul l'inclinaiſon de ce plan au méridien dans les divers lieux de la Terre. Or il trouve qu'au moyen de ces ſuppoſitions, le calcul lui donne aſſez exactement la quantité de la déclinaiſon obſervée dans ces dernieres années, & les contours des lignes de déclinaiſon telles que MM. Mountaine & Dodſon les ont trouvées pour 1744, au moins dans l'Océan Atlantique; car M. Albert Euler eſt obligé d'arguer de faux le contour que donnent ces membres de la Société royale à la ligne ſans déclinaiſon, dans le nord de la mer Pacifique, & il dit à ce ſujet des choſes fort vraiſemblables.

Il eſt au reſte aiſé de concevoir qu'en faiſant varier ces pôles, les lignes de déclinaiſon varieront auſſi, & que, ſuivant qu'elles ſe rapprocheront ou s'éloigneront, elles pourront changer de forme ainſi qu'on l'obſerve.

M. Canton, membre de la Société royale de Londres, a découvert, il y a quelques années, un nouveau mouvement de l'aiguille aimantée. Il eſt fondé ſur l'expérience ſuivante.

XIIe EXPÉRIENCE.

La variation diurne de l'Aimant.

Ayez une aiguille aimantée fort grande, comme de 12 ou 15 pouces de longueur, très-bien ſuſpendue. Elle doit être environnée d'un cercle ayant pour centre le point de ſuſpenſion; & diviſé en degrés, & demis ou quarts de degré, du moins dans la partie de ſa circonférence que regarde la pointe de l'aiguille. Le tout doit être couvert de maniere à n'éprouver aucune impreſſion de l'air.

Si vous obſervez cette aiguille à diverſes heures de la journée, vous remarquerez qu'elle n'eſt preſque jamais en repos. Selon M. Canton, la déclinaiſon ſera la plus grande le matin, moyenne vers le midi, & moindre le ſoir. Il en donne même une raiſon aſſez probable, ſçavoir celle-ci.

C'eſt un fait prouvé par l'expérience, qu'un aimant échauffé perd un peu de ſa force. Or les parties orientales de la Terre ayant midi lorſque le ſoleil ſe leve pour nous, c'eſt le moment, ou à peu près, auquel elles ſont le plus échauffées. L'aiguille aimantée, dont la direction eſt probablement l'effet compoſé des attractions de toutes les parties magnétiques de la Terre, ſera donc au lever du ſoleil un peu moins ſollicité vers l'eſt, que ſi le ſoleil n'étoit pas de ce côté; conſéquemment elle cédera à l'action des parties de l'oueſt, & tournera un peu plus de ce côté-là. M. Canton rend même cette explication ſenſible par le moyen de deux aimants, dont il échauffe l'un ou l'autre alternativement.

Quoi qu'il en ſoit de cette explication, le phé-

nomene eſt aujourd'hui reconnu ; & les obſervateurs météorologiſtes ne manquent pas d'obſerver en différents temps la déclinaiſon de l'aiguille aimantée, qui varie quelquefois du matin au ſoir de 20′ & plus. *Voyez* le Traité de Météorologie du P. Cotte.

§. IV.

De l'inclinaiſon de l'Aiguille aimantée.

XIIIe Expérience.

Obſerver l'inclinaiſon de l'Aimant.

Si l'on a une aiguille de bouſſole non encore aimantée, & parfaitement en équilibre ſur ſon pivot, enſorte qu'elle ſe tienne parallélement à l'horizon, lorſqu'on l'aura touchée de l'aimant, elle perdra cet équilibre, & plongera ſa pointe nord au deſſous de l'horizon.

Cette expérience eſt connue de tous ceux qui font des bouſſoles ; car, après avoir aimanté l'aiguille, ils ſont obligés de limer la partie la plus peſante, juſqu'à ce qu'elle ſoit en équilibre & de niveau avec l'autre. On pourroit produire le même effet, en chargeant l'autre bout d'un petit contrepoids ; & même il ſeroit avantageux que ce contrepoids fût mobile, car l'inclinaiſon étant variable, il faut, pour faire équilibre à l'effort que fait l'aiguille pour s'incliner, des forces différentes. Auſſi eſt-on obligé de charger légérement d'un petit morceau de cire plus ou moins gros, un des bouts de l'aiguille, ſuivant les différents parages qu'on occupe, afin qu'elle ſoit parfaitement horizontale.

XIVe EXPÉRIENCE.

Obſerver l'inclinaiſon de l'Aiguille aimantée.

Il faut avoir une aiguille aimantée, faite d'un fil d'acier bien droit, & ſe terminant en pointe à à ſes extrémités. Son milieu doit être applati, & formé en cercle d'une ligne & demie ou deux de diametre, ayant ſon centre bien parfaitement dans l'alignement des deux pointes de l'aiguille. Ce cercle portera perpendiculairement à ſon plan un fil d'acier très-menu, qui lui ſervira de pivot, enſorte qu'étant placé bien horizontalement dans les deux trous de deux platines de cuivre placées verticalement, elle ſoit tout-à-fait indifférente à toute poſition, & reſte en équilibre dans quelque ſituation qu'on la mette. Ces deux platines ſeront attachées aux deux bords d'une bande de cuivre courbée circulairement, & d'un diametre tant ſoit peu plus grand que la longueur de l'aiguille, dont les pivots ſeront au centre. Il doit y avoir extérieurement un anneau pour ſuſpendre ce cercle de cuivre, & mettre un de ſes diametres dans le ſens vertical. L'intérieur ſera diviſé en degrés & quarts de degrés, s'il eſt poſſible, mais enſorte que la diviſion commençant par zéro aux extrémités du diametre horizontal, finiſſe par 90 degrés aux extrémités du diametre vertical. On s'aſſurera de la poſition de ce diametre, au moyen d'un fil à plomb qui pendra de ſon extrémité ſupérieure, & qui devra paſſer par l'extrémité inférieure, pour qu'il ſoit dans ſa vraie poſition.

Il faudra auſſi ſe munir d'un pied de bois en forme de parallélépipede oblong, dans la partie ſupérieure duquel il y aura une échancrure circu-

laire, propre à loger l'inſtrument dans le ſens de la longueur. Enfin on doit avoir un petit coin propre à gliſſer plus ou moins ſous ce pied, juſqu'à ce que le plan de l'inſtrument, ou celui que parcourt l'aiguille dans ſon mouvement, ſoit exactement vertical.

L'aiguille étant enfin aimantée, on appliquera aux deux côtés de l'inſtrument, dans des rainures faites pour cela, deux glaces circulaires, pour préſerver l'aiguille & ſes pivots du contact extérieur de l'air & de l'humidité, qui eſt contraire au magnétiſme.

Par la deſcription de cet inſtrument, il eſt aiſé de ſentir qu'il faut d'abord le mettre, ſoit en le ſuſpendant, ſoit en le plaçant ſur ſon ſupport, dans une ſituation verticale; ce qu'on fera aiſément au moyen du fil à plomb.

Il faut de plus, que le plan de l'inſtrument, ou celui que parcourt l'aiguille, ſoit dans le plan du méridien magnétique. Pour cet effet, on couchera l'inſtrument à plat ſur une table horizontale; l'aiguille étant arrêtée, indiquera le méridien magnétique, & l'on tirera ſur la table une ligne dans cette direction, ſur laquelle on alignera le long côté du ſupport auquel le plan de l'inſtrument doit être auſſi parallele, quand il ſera dans l'échancrure qui doit le recevoir. Au moyen du petit coin & de l'à-plomb, on achevera de le mettre dans la poſition convenable. L'aiguille, après des balancements aſſez longs, s'arrêtera enfin, & indiquera par ſa pointe le nombre de degrés dont elle eſt éloignée de l'horizontale, ce qui donnera l'inclinaiſon.

On trouve par ce moyen, à Paris, que l'inclinaiſon eſt actuellement de 72 degrés.

REMARQUES.

I.

QUOIQU'IL ne paroiſſe pas y avoir beaucoup de difficulté à exécuter un pareil inſtrument, l'expérience apprend néanmoins qu'il eſt d'une exécution très-difficile, à moins d'une adreſſe particuliere, dont M. Magny, artiſte très-ingénieux en optique, &c. paroît juſqu'à préſent ſeul en poſſeſſion. En effet, à moins que l'inſtrument ne ſoit parfaitement exécuté, l'aiguille aimantée ne ſe remet point dans ſa même poſition lorſqu'on l'a déplacée, ou lorſqu'on tourne l'inſtrument en ſens contraire, c'eſt-à-dire de ſorte que le plan qui regardoit l'orient regarde l'occident. Mais j'ai eu une bouſſole d'inclinaiſon, ſortant des mains de cet artiſte, qui, pourvu qu'elle fût dans le méridien magnétique, à chaque fois qu'on faiſoit l'obſervation dans un même lieu, & quelque face qu'on tournât à droite ou à gauche, montroit toujours parfaitement le même degré d'inclinaiſon. C'eſt-là néanmoins une condition très-néceſſaire pour pouvoir faire quelque fonds ſur des obſervations de cette eſpece; & ſans cela on ne peut les regarder que comme des approximations dans leſquelles il peut facilement ſe gliſſer quelques degrés d'erreur.

II.

L'inclinaiſon de l'aiguille aimantée n'eſt pas moins variable que ſa déclinaiſon. On obſerve qu'elle eſt différente dans les différents lieux de la terre; mais l'on ſe tromperoit beaucoup ſi l'on penſoit, comme quelques phyſiciens l'ont fait

dans le ſiecle paſſé, qu'elle eût quelque rapport avec la latitude. On obſerve, par exemple, à Paris, qu'elle eſt aujourd'hui de 72° 25′ *au nord.*
à Lima, environ 18° *au ſud.*
à Quito, environ 15° *id.*
à Buénos-Ayres, environ 60° $\frac{1}{2}$ *id.*
à l'Iſle-de-France, 52° $\frac{3}{4}$ *au nord.*

Cela ſuffit pour détruire toute idée qu'elle ait le moindre rapport avec la latitude.

L'obſervation de l'inclinaiſon n'étant réputée preſque d'aucune utilité dans la navigation, on ne doit pas s'étonner qu'on en ait à peine quelques-unes. Elles ſont d'ailleurs beaucoup plus difficiles à la mer que celles de la déclinaiſon, à cauſe du roulis. Le P. Feuillée en a fait néanmoins un aſſez grand nombre dans ſes voyages d'Europe en Amérique; mais, ſelon toutes les apparences, on ne doit guere y compter qu'à quelques degrés près. Quoi qu'il en ſoit, il ſeroit à deſirer que ces obſervations fuſſent plus multipliées; car, quoiqu'elles ne paroiſſent pas du premier coup d'œil bien utiles, elles peuvent le devenir dans la ſuite. Ne laiſſons pas d'accumuler des faits, quoique en apparence ſans grande utilité. Souvent une lumiere ineſpérée naît d'une obſervation réputée long-temps frivole & iſolée.

III.

Nous remarquerons encore ici que les mouvements de l'aiguille aimantée éprouvent des variations fort ſingulieres à l'approche ou par l'effet des météores ignées. On a vu plus d'une fois le tonnerre déſaimanter une aiguille, ou l'aimanter en ſens contraire. Les aurores boréales paroiſſent auſſi agir d'une maniere fort ſenſible ſur l'aiguille

aimantée. Mais nous nous bornerons à renvoyer encore au *Traité de Météorologie* du P. Cotte.

SECTION III.

De quelques Moyens propoſés pour ôter à l'Aiguille aimantée ſa déclinaiſon, ou faire des Bouſſoles ſans déclinaiſon.

IL y auroit un ſi grand avantage à avoir des bouſſoles qui montraſſent sûrement le nord, que l'on ne doit point être étonné des efforts que l'on a faits pour imaginer des combinaiſons qui détruiſiſſent la déclinaiſon de l'aiguille aimantée; mais malheureuſement elles ont été juſqu'à préſent infructueuſes, & nous penſons qu'elles le ſeront toujours. Ces tentatives méritent néanmoins d'être connues, ne fût-ce que pour éviter à quelqu'un de nos lecteurs l'illuſion que ſe ſont faite ceux qui ont cru avoir réſolu ce problême.

M. Muſchenbroeck fait la deſcription d'une de ces inventions. Elle conſiſte à combiner pour un lieu déterminé deux aiguilles de force égale, de telle maniere qu'elles s'écartent l'une d'un côté, l'autre de l'autre, du méridien magnétique, de la quantité de la déclinaiſon. Ainſi l'une déclinera du double, & l'autre ſe trouvera préciſément dans le méridien. Suppoſons, par exemple, que la déclinaiſon ſoit de 20 degrés à l'oueſt, comme elle étoit à Paris en 1770. Si l'on fait porter ſur une même chape deux aiguilles aimantées de force égale, qui faſſent enſemble un angle de 40 degrés, il eſt évident que, ne pouvant ni

l'une ni l'autre ſe placer dans le méridien magnétique, elles s'en écarteront également : ainſi l'une déclinera de 20 degrés à l'oueſt de ce méridien, ou à 40 degrés de celui de la terre ; & conſéquemment l'autre aiguille ſera néceſſairement dans le méridien, & n'aura aucune déclinaiſon.

On doit s'étonner qu'on ait pu penſer qu'on auroit par-là une combinaiſon d'aiguilles aimantées, qui en fera tomber une ſur le méridien terreſtre. Il eſt aiſé de voir que ces deux aiguilles, ſi elles ſont égales en force, ne feront jamais que s'arranger de maniere que le méridien magnétique partagera en deux également l'angle qu'elles comprendront. Ainſi, en ſuppoſant que le méridien magnétique, au lieu de décliner de 20 degrés du méridien terreſtre, ne décline que de 10 degrés à l'oueſt, l'une des aiguilles ſera portée à 20 degrés de plus à l'oueſt, & aura conſéquemment 30 degrés de déclinaiſon : donc en même temps l'autre aiguille ſera portée à 10 degrés du méridien du côté de l'eſt.

Le dernier traducteur de Pline a donné un moyen à peu près ſemblable pour anéantir la déclinaiſon : il n'en differe qu'en ce que l'une des aiguilles doit être plus groſſe que l'autre. Mais M. Muſchenbroeck avoit déja propoſé & analyſé cette combinaiſon de deux aiguilles inégales, & elle lui avoit paru auſſi peu faite pour réuſſir que la précédente. En effet, les mêmes raiſons, ou des raiſons ſemblables, s'y oppoſent ; & il n'y a rien de ſi légérement fondé, pour ne rien dire de plus, que la théorie phyſique qui ſemble y avoir conduit l'auteur dont nous parlons ; car il paroît penſer que ce qui fait qu'une aiguille aimantée décline, eſt une ſorte de foibleſſe qui ne lui per-

met pas d'atteindre le nord. C'eſt une idée qui non-ſeulement eſt ſans fondement, mais même qui eſt incompatible avec les phénomenes & avec la théorie la plus probable des mouvements magnétiques; car l'aiguille aimantée qui, dans les premieres cinquante années du ſiecle dernier, déclinoit à l'eſt, s'étant enſuite rapprochée du nord, & l'ayant dépaſſé pour ſe diriger à l'oueſt, il faudroit dire qu'elle étoit malade, qu'elle s'eſt guérie vers 1660, & qu'enſuite elle eſt redevenue malade en ſens contraire. Ainſi l'on ne ſçauroit trop admirer la précipitation de quelques journaliſtes & de quelques auteurs *, qui ſe ſont hâtés d'annoncer avec de grands éloges cette découverte prétendue, comme devant changer la face de la navigation. Malheureuſement rien de plus imaginaire, & un peu plus de connoiſſances des phénomenes magnétiques, eût préſervé les uns & les autres de cette erreur.

J'ai vu autrefois à Paris un pilote Génois, nommé M. Mandilo, qui prétendoit avoir trouvé une autre combinaiſon d'aiguilles aimantées, propre à corriger la déclinaiſon de la bouſſole. Il plaçoit l'une ſur l'autre deux aiguilles égales en force, de maniere que chacune d'elles eût la liberté de ſon mouvement; il les rapprochoit enſuite pour Paris, par exemple, de maniere que leur écartement fût double de la déclinaiſon ob-

* L'*Année Littéraire*, le *Dictionnaire d'Induſtrie*. Ce dernier ouvrage, qui adopte pleinement l'idée de la maladie de l'aiguille aimantée, trouve encore dans cette découverte imaginaire celle des longitudes. La découverte en queſtion ſeroit réelle, que celle des longitudes ne s'en enſuivroit pas.

ſervée.

ſervée. Car, dans cette poſition, elles divergent l'une de l'autre par l'effet de la répulſion de leurs pôles ou pointes de même dénomination ; & elles divergent d'autant plus, qu'elles ſont plus rapprochées l'une de l'autre. Par ce moyen donc, une des deux aiguilles eſt, comme dans le procédé ci-deſſus, rapportée ſur le méridien. Or le ſieur Mandilo prétendoit que cela devoit arriver également par-tout; ce qui eſt viſiblement faux: car l'écartement de deux aiguilles étant l'effet de la répulſion de deux pôles de même nom, cette répulſion, & conſéquemment l'écartement, ſeront les mêmes, quel que ſoit l'angle du méridien magnétique avec le méridien terreſtre. Pour que cela fût autrement, il faudroit ſuppoſer que cette répulſion diminuât en même temps que la déclinaiſon, ce qui ne peut pas être. C'eſt ce que j'objectai d'abord au ſieur Mandilo, mais en vain. Un homme qui croit avoir trouvé le moyen de corriger la déclinaiſon de l'aiguille aimantée, ou avoir découvert la ſolution du problême des longitudes, n'eſt guere moins opiniâtre dans ſon ſentiment, que celui qui croit avoir trouvé la quadrature du cercle.

C'eſt auſſi le cas de parler ici d'une idée de M. de la Hire ſur ce ſujet. Elle étoit fondée ſur ce qu'il croyoit avoir trouvé que les pôles d'un aimant naturel avoient changé de place, comme les pôles magnétiques de la terre l'avoient fait dans le même temps. D'après cela, il avoit imaginé d'aimanter des anneaux d'acier, préſumant que leurs pôles changeroient de même. Or il eſt aiſé de ſentir que, dans ce cas, la ligne marquée primitivement nord & ſud ſur l'anneau, reſteroit immobile, & marqueroit toujours le vrai nord.

Mais le principe s'eſt trouvé faux ; & quand il eût été vrai, la conſéquence que M. de la Hire en tiroit n'étoit pas néceſſaire.

SECTION V.

De quelques Tours de ſubtilité qu'on exécute au moyen de l'Aimant.

ON a imaginé depuis quelques années d'appliquer les propriétés de l'aimant à divers jeux & tours de ſubtilité, qui ont fort embarraſſé les premiers qui en ont été les témoins. On ne pouvoit en effet employer de moyen plus caché, & néanmoins plus propre à agir, que le magnétiſme, puiſqu'il n'eſt arrêté par aucun corps connu dans la nature, ſi l'on en excepte le fer. C'eſt le célebre M. Comus qui a le premier eu cette idée. Il a ſinguliérement varié les différents tours de ſubtilité qu'on exécute par ce moyen ; auſſi tout Paris s'eſt-il porté avec empreſſement dans les lieux où il les exécutoit. Les ignorants l'admiroient, en le réputant preſque pour ſorcier ; les ſçavants cherchoient à pénétrer ſon artifice ; & il faut convenir qu'il étoit impénétrable, tant qu'on n'a pas ſoupçonné le magnétiſme d'en être le principal reſſort.

Nous nous bornerons néanmoins à donner une idée du mécaniſme de quelques-uns de ces tours ; car nous ſçavons que leur auteur ſe propoſe de les développer dans un ouvrage à part, ainſi que nombre d'autres de ſon invention, tenant ſoit à la phyſique, ſoit à des combinaiſons très-ingé-

nieuſes. Cet ouvrage ſera intéreſſant, perſonne n'ayant jamais réuni à une adreſſe qui approche du preſtige, autant de connoiſſances dans la phyſique.

§. I.

Conſtruction de la Lunette magique.

On ſe ſert fréquemment dans ces tours de ſubtilité, d'une prétendue lunette magique, au moyen de laquelle on apperçoit, dit-on, au travers des corps opaques. C'eſt un diſcours que l'on tient pour dérouter les ſpectateurs. Cette prétendue lunette magique n'eſt autre choſe qu'une forme de lunette, au fond de laquelle, c'eſt-à-dire du côté de l'objectif, eſt une aiguille aimantée, qui prend ſa direction lorſque la lunette eſt poſée ſur le côté qui figure cet objectif.

Pour former cette lunette, il faut faire tourner un tuyau d'ivoire, ayant l'apparence d'un tuyau de lunette fort évaſé du côté de l'objectif; mais il faut que cette ivoire ſoit tournée aſſez mince pour qu'elle laiſſe introduire la lumiere néceſſaire pour voir au dedans. Le côté de l'oculaire eſt garni d'un verre qui ſert à voir plus diſtinctement au dedans de la lunette. Le côté de l'objectif porte auſſi un verre, mais ce n'eſt que l'apparence d'un objectif. Sa ſurface poſtérieure eſt opaque, & ſert de baſe ou de fond à une bouſſole ou une aiguille aimantée tournant ſur une pointe implantée à ſon centre. Cette aiguille prend la poſition horizontale, quand la lunette eſt poſée ſur le côté de l'objectif, & ſe dirige ou vers le nord, ou vers le fer aimanté qui eſt aux environs. Il eſt néceſſaire d'avoir une lunette véritable & tout-à-fait ſemblable extérieurement, afin de pouvoir mon-

trer cette dernière à la place de la premiere ; ce que l'on fait, en ſubſtituant adroitement l'une à l'autre.

Lors donc qu'on voudra ſe ſervir de la lunette prétendue magique, on la placera, l'objectif en bas, ſur ce que l'on voudra examiner. Si au deſſous il y a un aimant ou un fer aimanté, l'aiguille ſe tournera de ce côté.

§. II.

Etant donnés pluſieurs chiffres, qu'une perſonne rangera les uns à côté des autres dans une boîte, reconnoître à travers le couvercle le nombre formé par ces chiffres.

Si vous voulez employer les dix chiffres, prenez dix petits quarrés d'un pouce & demi de côté ; creuſez ſur la face ſupérieure de chacun une rainure, mais dans diverſes ſituations ; la premiere, par exemple, déſtinée au nombre 1, ira directement de bas en haut ; la ſeconde déviera à droite, d'un angle égal à la dixieme de la circonférence ; la troiſieme, de deux dixiemes ; &c. ce qui donne dix poſitions différentes. On introduira enſuite dans ces rainures de petites barres d'acier bien aimantées, en ayant l'attention de tourner leur pôle nord de la maniere convenable. On couvrira ces rainures & la face du quarré avec de fort papier, afin qu'on ne ſoupçonne point l'exiſtence de ces barreaux. Il faut enfin avoir une boîte aſſez étroite pour ne tenir en largeur qu'une des tablettes, & aſſez longue pour pouvoir les y ranger toutes.

On propoſe enſuite à une perſonne de prendre pendant qu'on s'éloigne, pluſieurs de ces tablettes, & de les ranger comme elle jugera à propos dans

la boîte décrite ci-deſſus, pour en faire un nombre quelconque. Cette même perſonne fermera la boîte, & vous devinerez ainſi le nombre formé.

Mettez votre prétendue lunette ſur la place de la premiere tablette, c'eſt-à-dire à gauche; ſi le chiffre qui eſt au deſſous eſt l'unité, l'aiguille tournera de maniere que la pointe ou le pôle nord regardera au devant de vous. Si ce chiffre étoit 4, elle tourneroit à la quatrieme diviſion du cercle diviſé en 10 également; & ainſi des autres. Il ſera donc fort facile de deviner par-là quel eſt le chiffre de chaque place, conſéquemment de nommer ce chiffre même.

Nous en avons dit aſſez ſur cet artifice. On devinera de même un mot qu'on aura écrit en ſecret avec des caracteres donnés; l'anagramme qu'on aura formé d'un mot propoſé, comme de *Roma*, qui donne *amor, mora, orma, maro, &c*; une queſtion qu'on aura choiſie parmi pluſieurs, & qu'on aura miſe dans la boîte: on pourra même, avec un peu d'adreſſe, faire trouver la réponſe dans une autre boîte. Ce tour enfin pourra être varié de bien des manieres, plus agréables les unes que les autres, mais toutes dépendantes du même principe.

La boîte aux métaux, par exemple, n'eſt encore qu'une pareille variation du même tour. On a dans une boîte ſix plaques de différents métaux: on propoſe à quelqu'un d'en prendre une, de la placer dans une autre boîte, & de la fermer; ce qui n'empêchera pas qu'on ne la devine. Rien de plus facile. Ces plaques ſont de telle forme, qu'elles ne peuvent avoir qu'une ſeule ſituation dans la petite boîte. Chacune d'elles, hors celle de fer, renferme dans ſon épaiſſeur un barreau

magnétique, placé dans des ſituations connues. Au moyen de la lunette prétendue magique, on reconnoît ces ſituations ; conſéquemment on ne peut ignorer la nature du métal. On ne met point de barreau dans la plaque de fer, parceque cela ſeroit inutile ; mais on peut aimanter un côté de cette plaque ; ou, ſi on ne l'aimante point, la direction indéterminée de l'aiguille annoncera que c'eſt le fer.

§. III.

La Mouche ſçavante, ou la Syrene.

Ce tour-ci eſt un peu plus compliqué que le précédent, & même il eſt fondé moitié ſur la phyſique, moitié ſur une petite ſupercherie. On a ſur une table un vaſe encaſtré dans ſon épaiſſeur, & garni d'un large rebord, ſur lequel ſont inſcrits des nombres, ou les heures du jour, ou des réponſes à certaines queſtions. On propoſe à quelqu'un d'indiquer un nombre, ou de nommer une heure du jour, ou de la demander, ou de choiſir une des queſtions inſcrites ſur des cartes qu'on lui préſente. Une mouche, une ſyrene, ou un cygne mis à l'eau, doit déſigner les chiffres de ce nombre dans leur ordre, répondre enfin à la nature de la queſtion qu'on lui aura faite.

Tout cela s'exécute au moyen d'un barreau fortement aimanté, qui eſt porté par un cercle de cuivre, dans l'épaiſſeur du rebord du baſſin. Il eſt évident que ſi l'on ſçait donner à ce barreau le mouvement néceſſaire pour indiquer les lettres ou les nombres néceſſaires pour la réponſe, la mouche ou la ſyrene qui nage ſur un petit bateau qui contient un autre barreau aimanté, s'y

dirigera, & paroîtra répondre à la queſtion. Voilà tout le phyſique du tour; voici la petite ſupercherie.

L'épaiſſeur de la table, qui eſt de quelques pouces, eſt creuſe, & dans ce creux eſt contenu un mécaniſme qui eſt mis en mouvement par un cordon qui paſſe le long des pieds de la table, traverſe le plancher, & aboutit à une chambre voiſine, ſéparée ſeulement de celle où ſe fait le tour par une cloiſon très-légere. Le bout de ce cordon aboutit à un tableau où ſont marquées les diviſions du baſſin, & le tout eſt tellement combiné, (ce qui n'eſt pas une choſe difficile,) que lorſque le bout de ce cordon eſt amené vis-à vis un chiffre, par exemple 4, le barreau aimanté eſt ſous le 4 inſcrit ſur le rebord du vaſe.

Lors donc qu'on demande à la ſyrene de marquer l'heure qu'il eſt, celui qui eſt derriere la cloiſon & qui entend la queſtion, n'a autre choſe à faire que de tirer le cordon, & d'en amener le bout, ſur le tableau qu'il a devant lui, vis-à-vis l'heure qui court. Le barreau aimanté va ſe placer deſſous, & auſſi-tôt la ſyrene docile ſe met en mouvement, & va marquer cette heure.

Si l'on a choiſi une queſtion, celui qui fait le tour, ſous prétexte d'interroger la ſyrene, la lui répete. Son adjoint l'entend, & fait mouvoir le barreau aimanté ſur la réponſe.

Il ne ſeroit pas difficile d'établir entre l'un & l'autre une correſpondance cachée, & telle que, ſans parler, la ſyrene parût deviner elle-même la queſtion, & y répondre.

Les livres principaux qui traitent de l'aimant ſont, le traité *de Magnete* de Gilbert, philoſophe Anglois, imprimé en 1633 : on y trouve des

traces de cet eſprit d'obſervation qui a fait faire à la phyſique tant de progrès ; l'*Ars magnetica* du P. Kircher : c'eſt une eſpece d'encyclopédie de tout ce qui s'étoit dit juſqu'à lui ſur cette matiere, augmentée de beaucoup d'idées de l'auteur, dont la plupart tiennent de ſon caractere d'eſprit dans lequel l'imagination dominoit ; la *Magnetologia* du P. Léothaud, in-4°, 1668 : c'eſt un ouvrage de peu d'importance. L'ouvrage du P. Scarella, intitulé *de Magnete*, en 4 volumes in-4°, imprimé à Breſcia en 1759, peut tenir lieu de tous les précédents, & renferme d'une maniere claire & bien développée tout ce qu'il y a d'utile & de ſolide dans ce qui a été dit ou écrit ſur l'aimant juſqu'à cette époque ; à quoi l'auteur, phyſicien fort éclairé, a ajouté ſes vues particulieres. Le petit *Traité ſur les Aimants artificiels*, traduit de l'anglois en 1752, & augmenté d'une préface hiſtorique du traducteur, mettra le lecteur au fait de cette partie de la théorie de l'aimant. On peut, à ſon défaut, lire le *Mémoire ſur les Aimants artificiels*, par M. Anthéaume, qui a remporté le prix de l'Académie de Pétersbourg en 1758, & qui a été imprimé à Paris en 1760. On lit enfin dans les Mémoires préſentés à l'Académie par des ſçavants étrangers, pluſieurs morceaux de M. Dutour, qui méritent d'être connus & médités par ceux qui s'attachent à cultiver & amplifier cette théorie.

RÉCRÉATIONS MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

TREIZIEME PARTIE.

De l'Électricité.

L'ÉLECTRICITÉ eſt une ſource preſque inépuiſable de phénomenes ſurprenants & ſinguliers, qui frapperoient la curioſité de ceux mêmes qui donnent le moins d'attention à obſerver la nature. Quoi de plus extraordinaire & de moins facile à concilier avec les loix connues de la phyſique, que de voir un ſimple frottement exciter dans certains corps la faculté d'attirer & repouſſer les corps légers qui ſont à proximité; cette faculté ſe communiquer par le contact à d'autres corps juſqu'à des diſtances très-grandes; le feu jaillir d'un corps qui eſt dans cet état; &

mille autres phénomenes plus inattendus les uns que les autres, dont l'énumération ſeroit trop longue! Nous nous bornerons à la fameuſe expérience de Leyde, où l'on voit une file de perſonnes ſe tenant par la main, ou ſe communiquant ſeulement par une barre de métal, recevoir tout-à-coup d'un agent inviſible une commotion interne, qui pourroit même être aſſez violente pour tuer ceux qui l'éprouveroient.

On conviendra qu'il n'en eſt pas encore de l'électricité comme du magnétiſme. Ce dernier a ſervi, par l'invention de l'aiguille aimantée, à aſſurer la navigation, à découvrir un nouveau monde, ſource de nouvelles richeſſes, de nouveaux beſoins & de nouveaux maux pour l'ancien. Mais l'électricité n'a encore rien produit de ſi brillant pour le genre humain & pour les arts; ſi nous en exceptons l'analogie aujourd'hui démontrée entre le feu électrique & celui du tonnerre, analogie d'où a réſulté un préſervatif aſſez probable des effets de ce terrible météore: car, quant aux guériſons opérées par l'électricité, il faut convenir qu'elles ſont pour la plupart mal conſtatées ou très-rares.

Gardons-nous néanmoins de traiter les recherches ſur cet objet de pures inutilités, car quand on conſidérera les phénomenes que préſente l'électricité, on ne pourra s'empêcher de reconnoître qu'elle eſt un des agents les plus généraux & les plus puiſſants de la nature. Peut-on diſconvenir que l'identité du feu électrique avec celui de la foudre ne ſoit déja une belle & grande découverte? Que dire d'une foule d'autres analogies ébauchées entre l'électricité, le magnétiſme, le fluide nerveux, le principe de la végétation, &c?

Elles promettent une grande moiſſon à ceux qui continueront de cultiver ce champ fertile.

§. I.

Ce que c'eſt que l'Electricité ; Diſtinction entre les corps électriques par frottement ou par communication.

L'électricité eſt une propriété que certains corps acquierent par le frottement, ſçavoir, d'attirer ou repouſſer des corps légers qui ſe trouvent dans leur voiſinage. Frottez, par exemple, un bâton de cire d'Eſpagne avec la main, ou mieux encore ſur du drap, & paſſez-le à quelques lignes de petits morceaux de papier ou de paille; vous les verrez ſe jeter ſur le bâton, & s'y tenir comme collés, juſqu'à ce que la vertu acquiſe par ce frottement ſe ſoit diſſipée. Les anciens avoient remarqué que l'ambre jaune ainſi frotté, attiroit les corps légers : de-là le nom d'*électricité*, car ils nommoient cette matiere *électrum*. Mais c'eſt-là que ſe borna leur obſervation.

Les modernes ont obſervé qu'une foule d'autres corps ont la même propriété. Tels ſont l'ambre gris, & en général toutes les réſines qui peuvent ſupporter un certain frottement ſans s'amollir ; le ſoufre, la cire, le jayet, le verre, le diamant, le cryſtal, la plupart des pierres précieuſes, la ſoie, la laine, le poil des animaux, le bois bien deſſéché.

A l'égard des corps qui ne peuvent acquérir l'électricité par le frottement, on a obſervé qu'ils peuvent l'acquérir par communication, c'eſt-à-dire par le contact, ou par une très-grande proximité avec ceux de la premiere eſpece, & qu'ils

peuvent la tranſmettre à d'autres corps de même nature & par le même moyen. Ces corps non-électriſables par le frottement, ſont les métaux, & l'eau ſoit fluide, ſoit glacée *; les corps terreux, les animaux. Mais nous remarquerons qu'à proprement parler, les métaux & le fluide aqueux ſont les ſeules ſubſtances vraiment conductrices de l'électricité, & que les autres ne le ſont qu'autant qu'elles participent de la nature métallique, ou qu'elles contiennent plus ou moins d'humidité. L'électricité ſemble même encore préférer les corps métalliques pour ſe tranſmettre d'un corps à un autre. Si donc vous placez un des corps de cette derniere eſpece, comme une barre de métal, une de bois humide, dans la proximité ou en contact avec un corps de la premiere claſſe électriſé par le frottement, avec les précautions qu'on indiquera plus loin, il deviendra lui-même électrique; ce que vous reconnoîtrez aiſément par le mouvement qu'il imprimera aux corps légers qui ſe trouveront dans le voiſinage.

Ainſi donc tous les corps ſont ſuſceptibles d'être électriques, mais de deux manieres différentes: les uns le ſont en quelque ſorte par eux-mêmes; on excite dans eux cette vertu par le ſimple frottement; on les nomme par cette raiſon *électriques*: les autres ne le font que par communication; on les nomme communément *électriques par commu-*

* On a remarqué depuis, que le verre échauffé juſqu'à être rouge, & même plutôt, & la flamme, étoient des conducteurs de l'électricité. Au contraire, l'eau qui, dans ſon état de fluidité, eſt un conducteur de l'électricité, ceſſe de l'être lorſqu'elle eſt fortement gelée.

nication, ou *non-électriques:* il vaudroit mieux les appeler *conducteurs de l'électricité;* & c'eſt ainſi que nous le ferons le plus ſouvent.

Il eſt à propos d'obſerver que ceux de la premiere claſſe ne ſont point ſuſceptibles de recevoir l'électricité par communication, ou ne la reçoivent ainſi que difficilement. De-là vient que, dans les expériences qu'on va décrire, on place les corps qu'on veut électriſer par communication, ou ſur des gâteaux de réſine, ou ſur des cordons de ſoie; car autrement, l'électricité produite dans eux ſe diſſiperoit tout-à-coup par le contact des corps électriſables par communication, auxquels ils toucheroient.

§. II.

Deſcription de la Machine électrique ou à électriſer, ainſi que des Inſtruments acceſſoires pour les expériences de l'Electricité.

Lorſqu'on commença à cultiver la théorie de l'électricité, on ſe ſervoit uniquement pour l'exciter, d'un tube de verre de 3 pouces environ de diametre, & de 25 à 30 pouces de longueur. On le frottoit dans ſa longueur & dans le même ſens avec la main nue, pourvu qu'elle fût bien ſeche, ou enveloppée d'un morceau de flanelle ou de drap; on préſentoit enſuite ce tube à un corps qu'on vouloit électriſer. C'eſt ainſi que les Gray, les Dufay, ont fait leurs premieres expériences électriques.

On a enſuite ſubſtitué à ce moyen celui d'un globe ſuſpendu avec de la poix entre deux mandrins de bois qui lui ſervoient d'axe, & qu'on faiſoit tourner rapidement avec une manivelle ou

une roue ; on appliquoit la main ſeche à ce globe, ou on le faiſoit frotter par un couſſinet : cela y excitoit l'électricité, qu'on recueilloit, pour ainſi dire, au moyen d'une frange métallique qui pendoit ſur le globe, ou autrement.

A ces machines a ſuccédé celle que nous allons décrire, qui eſt beaucoup plus ſimple ; auſſi a-t-elle comme banni des cabinets des phyſiciens la machine précédente.

Pl. 7, fig. 40. La nouvelle machine électrique eſt compoſée d'un bâtis formé d'un pied A, ſur lequel ſont élevés & aſſemblés deux montants B & C, affermis par le haut au moyen d'une piece circulaire D. Ces deux montants doivent être plus ou moins hauts, ſuivant que le plateau circulaire de verre ſera d'un plus ou moins grand diametre ; car il faut que le bord n'approche pas trop près ni du haut de cet aſſemblage, ni du bas.

C'eſt cette piece circulaire de verre E qui eſt la piece eſſentielle de la machine. Elle eſt percée dans ſon centre d'un trou aſſez grand pour y paſſer & aſſurer ſolidement un axe d'acier qui porte ſur les deux montants, & cet axe du côté C eſt prolongé en dehors, & terminé quarrément pour y emmancher une manivelle qui ſert à faire tourner cette glace.

Les deux montants portent enfin dans le haut & dans le bas deux couſſinets de cuir remplis de crin, enſorte que la piece circulaire de glace, en tournant, ſoit frottée par ces couſſinets, à quelques pouces de ſon bord.

Enfin, ſur la partie allongée de l'empatement, eſt établi le conducteur, ſur un pied de verre en forme de colonne. Ce conducteur eſt une piece cylindrique de cuivre, terminée d'un côté par

une boule G du même métal, & formé de l'autre côté en un arc à peu près demi-circulaire, portant à chaque extrémité deux eſpeces de demi-globes H & I, qui préſentent à la glace leur baſe circulaire. Cette baſe circulaire eſt garnie de quatre pointes d'acier, aiguës & de même longueur. Le pied de ce conducteur peut avancer & reculer ſur l'empatement qui le ſupporte, de maniere à approcher ou éloigner à volonté les pointes ci-deſſus décrites de la ſurface de la glace de verre; car ce ſont ces pointes, comme on le verra, qui attirent & pompent, pour ainſi dire, le fluide électrique excité ou mis en mouvement par le frottement des petits couſſins ſur la glace circulaire.

Lors donc qu'on voudra produire l'électricité, on placera la machine ſur une table ſolide, & on l'aſſurera par des vis. On fixera le conducteur enſorte que ſes pointes approchent de très-près la glace circulaire, & on la mettra en mouvement, en faiſant tourner la manivelle. Le conducteur donnera preſque ſur le champ des marques d'électricité, ſoit en produiſant des étincelles à l'approche du doigt, ſoit en attirant & éloignant les corps légers qu'on en approchera.

REMARQUES.

IL y a quelques autres inſtruments qui ſont néceſſaires pour les expériences électriques. Nous parlerons néanmoins uniquement ici de ceux dont l'uſage eſt le plus général, nous réſervant de décrire les autres à meſure que nous expoſerons les diverſes expériences où ils ſont néceſſaires.

I. On doit être pourvu de quelques marche-

pieds enduits de réſine, quarrés ou circulaires. On leur donne 15 à 18 pouces de côté ou de diametre, & pour plus de sûreté de l'effet, on peut les faire porter ſur quatre corps de bouteilles de gros verre. Ils ſervent à iſoler les corps ou les perſonnes qu'on veut électriſer.

II. Comme il y a quelquefois du danger à tirer l'électricité avec le doigt, il faut être muni d'un inſtrument appelé l'*excitateur*. C'eſt un arc de cercle métallique, emmanché à ſon milieu à un manche de verre ou de cire d'Eſpagne; mais le premier eſt préférable & plus ſolide. En touchant avec l'une des boules de cet inſtrument le corps le plus fortement électriſé, on peut en tirer ſans danger une étincelle, parceque le manche de verre intercepte le paſſage de l'électricité, de l'excitateur à la perſonne qui le tient.

Pl. 7, fig. 41.

III. On doit auſſi avoir une chaîne de métal, ou de pluſieurs fils de fer liés les uns aux autres. Elle ſert à tranſmettre l'électricité loin du premier conducteur HGI; ce qui ſe fait en faiſant porter cette chaîne par des cordons de ſoie attachés au plancher, ou tendus entre deux traverſes.

IV. Il eſt à propos d'être muni d'un long tube de métal, ou de carton doré, & de pluſieurs pouces (3 ou 4) de diametre. Ce tube ſe communiquant au premier conducteur par une chaîne, forme un ſecond conducteur qui ſe charge de beaucoup d'électricité, & ſert à quantité d'expériences. Plus ce tube eſt long & gros, plus l'électricité dont il ſe charge eſt conſidérable. Il eſt eſſentiel qu'il n'ait aucune pointe ni éminence aiguës, par les raiſons qu'on verra plus loin.

V. On ne peut ſe paſſer de quelques eſpeces de

de ſoucoupes de verre, pour iſoler les corps dont on veut conſerver l'électricité.

VI. Il faut auſſi être pourvu de quelques pieces de métal, les unes pointues, les autres terminées par une éminence ſphérique; les unes emmanchées à des manches de verre, les autres portées par des manches de matiere tranſmettant l'électricité, comme on a dit plus haut.

VII. Les couſſins ont beſoin d'être de temps à autre ſaupoudrés d'un amalgame ſervant à y entretenir le frottement. Celui qui paroît le mieux réuſſir, eſt l'amalgame d'étain & de mercure, tel que celui qu'on met derriere les glaces, avec une moitié de craie ou blanc d'Eſpagne; le tout mélangé & réduit en une pouſſiere impalpable.

Telles ſont les principales parties de l'appareil néceſſaire pour les expériences électriques les plus communes. Nous allons paſſer à ces expériences, en allant du plus ſimple au plus compoſé.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

L'Etincelle électrique.

Tout étant diſpoſé comme on l'a expliqué plus haut, & l'air de la chambre étant ſec, mettez la machine en mouvement pendant quelques minutes. Que quelqu'un préſente alors un doigt au conducteur: lorſqu'il en ſera diſtant d'une ligne ou deux, ou davantage, ſuivant la force de l'électricité, il ſortira à-la-fois du conducteur & du doigt une double étincelle, accompagnée de bruit, & qui cauſera même quelque douleur. Lorſque cette perſonne, que nous ſuppoſons ſur le plancher, touchera le conducteur, il ne donnera plus de marque d'électricité, parcequ'elle ſe com-

muniquera par elle à toute la maſſe des corps non-électriques à laquelle elle touche.

IIe EXPÉRIENCE.

Communication de l'électricité à diverſes perſonnes.

Faites monter la perſonne en queſtion ſur un gâteau de réſine, ce qui l'iſolera du plancher, & mettez la machine en mouvement: non-ſeulement le conducteur, mais cette perſonne, ſeront électriſés; enſorte que tous ceux qui ne ſeront pas dans le même état, & qui viendront à toucher l'un ou l'autre, en tireront l'étincelle électrique.

Vingt perſonnes & bien davantage, pourront ainſi être électriſées, pourvu qu'elles ſoient toutes iſolées.

IIIe EXPÉRIENCE.

L'Attraction & la Répulſion.

Préſentez à une perſonne électriſée ou au conducteur, des feuilles de métal battu, des brins de paille, de papier, & autres corps légers non-électriques; vous les verrez, quand ils ſeront à la diſtance convenable, s'élancer ſur le corps électriſé: mais ils ne l'auront pas plutôt touché, qu'ils en ſeront repouſſés. Si alors on les reçoit ſur un corps non-électrique, ils ne l'auront pas plutôt touché, qu'ils reviendront vers le corps électriſé, & en ſeront de nouveau repouſſés, &c.

IVe EXPÉRIENCE.

Quelques Jeux électriques fondés ſur la propriété précédente. Le Poiſſon d'or, la Danſe électrique, la Pluie lumineuſe.

Cette propriété des corps électriques, ſçavoir,

de ſe repouſſer lorſqu'ils ſont dans cet état, & de s'attirer quand l'un d'eux l'eſt ſeulement, a donné naiſſance à quelques petits jeux aſſez agréables, que nous allons expliquer ici avec l'étendue que peut mériter leur importance.

I. Coupez dans une feuille d'or battu qui ait quelque fermeté, un rhombe dont les deux angles oppoſés ſoient fort obtus, tandis que les deux autres ſeront fort aigus. Préſentez cette feuille de métal au conducteur, enſorte qu'un des angles aigus s'éleve le premier, & auſſi-tôt placez au-deſſous un plateau métallique; vous la verrez ſe placer & reſter preſque immobile entre le conducteur & ce plateau.

Si ces feuilles de métal ſont taillées en petites figures humaines, ſurmontées d'un angle aigu, en forme de bonnet pointu, qu'on les couche ſur le plateau, qu'on les préſente enfin ainſi au deſſous du conducteur, ou d'un autre plateau communiquant au conducteur, on les verra ſe relever, ſe tenir droites, ſauter vers le conducteur, s'abaiſſer, en tournant en rond plus ou moins rapidement, ce qui figurera une eſpece de danſe; & ſi l'expérience ſe fait dans l'obſcurité, vous verrez des aigrettes lumineuſes s'élancer alternativement des pieds & de la tête; ce qui formera un petit ſpectacle très-agréable.

II. Maintenant taillez cette feuille de métal en figure fort allongée d'un côté, tandis que de l'autre elle ſera beaucoup moins aiguë. Dans cette partie vous lui donnerez, ſi vous voulez, l'apparence de la tête d'un poiſſon. Prenez-la par l'angle le plus aigu, en la préſentant au conducteur par le plus obtus, à la diſtance d'un pied, ſi l'électricité eſt forte: elle s'échappera de vos doigts,

& volera d'un mouvement ondoyant vers le conducteur, au deſſous duquel elle ſe placera à un demi ou un quart de pouce de diſtance, en lui tournant l'angle obtus : quelquefois elle s'en approchera juſqu'au contact, & ſera auſſi-tôt repouſſée ; ce qui figurera le jeu d'un petit poiſſon qui viendroit becqueter ou mordre le conducteur. De-là ce petit jeu a été appelé le *Poiſſon d'or.*

III. La pluie lumineuſe ſe fera de cette maniere. Suſpendez au conducteur un plateau circulaire de 5 ou 6 pouces de diametre ; ayez enſuite un plateau métallique en forme de ſoucoupe, dont vous environnerez le bord d'un cylindre de verre de 5 à 6 pouces de hauteur ; couvrez ce plateau de recoupes de feuilles de métal bien fines & légeres, & placez-le ſous le plateau ſuſpendu au conducteur. Lorſque ce dernier ſera fortement électriſé, vous verrez toutes ces petites feuilles de métal s'élever du plateau inférieur contre le ſupérieur, y étinceler, être repouſſées contre celui d'en bas, y étinceler encore, ou étinceler entr'elles lorſqu'une d'elles, étant électriſée, en rencontrera une qui ne l'étoit pas ; ce qui remplira le cylindre de verre de beaucoup de lumiere, & donnera l'apparence d'une pluie de feu.

Ve EXPÉRIENCE.

Répulſion entre des corps également électriſés.

Suſpendez à l'extrémité du conducteur deux fils de matiere non-électrique, comme de lin, de chanvre, de coton, &c : ils pendront perpendiculairement & ſe toucheront, ſi leurs extrémités ſupérieures ſe touchent. Faites tourner le globe,

& produiſez l'électricité dans le conducteur & ces fils : vous les verrez auſſi-tôt ſe repouſſer l'un l'autre, & former entr'eux un angle d'autant plus ouvert, que l'électricité ſera plus forte. Lorſque l'électricité diminuera, ils ſe rapprocheront l'un de l'autre.

Cette expérience démontre un fait important dans la théorie électrique, c'eſt que deux corps électriſés ſemblablement, ſe repouſſent l'un l'autre. Pluſieurs phénomenes & jeux électriques tirent de-là leur explication.

VIe EXPÉRIENCE.

Conſtruction d'un Electrometre.

L'expérience ci-deſſus fournit un moyen de juger de la force de l'électricité ; & l'on peut regarder les deux fils dont on a parlé, comme une ſorte d'électrometre. Néanmoins, comme deux fils ſemblables peuvent être ſujets à bien des mouvements indépendants de l'électricité, les électriciens ont adopté preſque généralement le petit inſtrument ſuivant, qui n'eſt guere moins ſimple.

Deux petites boules de 2 lignes de diametre, & de liege ou de moëlle de ſureau, portées aux deux extrémités d'un fil conducteur de l'électricité, forment toute cette machine. On paſſe ce fil ſur le conducteur, enſorte que les petites boules pendent à la même hauteur. Auſſi-tôt qu'on produit l'électricité dans le conducteur, & conſéquemment dans les petites boules, elles s'écartent l'une de l'autre ; & la grandeur de l'angle que forment les fils, fait juger de l'intenſité de l'électricité. Nous diſons juger de cette intenſité, car on ne peut pas, ni par ce moyen, ni par

aucun autre que je connoiſſe, déterminer une électricité double, triple, quadruple d'une autre, mais au moins eſt-on fondé à conclure qu'un degré d'électricité eſt plus grand ou moindre qu'un autre, ou que deux degrés d'électricité ſont égaux, ſuivant que l'écartement des deux boules eſt plus grand ou moindre, ou le même; ce qu'il ſuffit ordinairement de connoître.

VIIe EXPÉRIENCE.

Allumer de l'eſprit de vin avec l'étincelle électrique.

Une perſonne étant électriſée, qu'une autre portée ſur le plancher s'approche d'elle, ayant dans ſa main une cuillere remplie d'eſprit de vin bien déflegmé & un peu échauffé; que la perſonne électriſée préſente le doigt à cet eſprit de vin, ou mieux encore une pointe de fer émouſſée comme un poinçon, ou la pointe d'une épée: il ſortira de la liqueur une étincelle électrique qui y mettra le feu.

Si la piqûre douloureuſe, cauſée par l'étincelle électrique, pouvoit encore laiſſer quelque doute qu'elle fût un vrai feu, cette expérience-ci en convaincroit.

VIIIe EXPÉRIENCE.

Propriétés des Pointes.

Au lieu d'un conducteur tel que nous l'avons décrit plus haut, ſervez-vous d'une barre de métal anguleuſe, ou terminée par une ou pluſieurs pointes aiguës; mettez le globe en mouvement, & approchez le doigt d'un angle ou d'une pointe,

ſans néanmoins le faire aſſez pour en tirer l'étincelle électrique, vous reſſentirez comme un ſouffle qui s'en exhale, & même avec un petit bruiſſement.

Mais ſi vous faites l'expérience dans l'obſcurité, vous jouirez d'un joli ſpectacle; car, lorſque l'électricité ſera vigoureuſe, vous verrez ſortir de ces angles des gerbes lumineuſes, qui s'augmenteront conſidérablement quand vous leur préſenterez le doigt.

Vous reconnoîtrez en même temps, que la cauſe de ce ſouffle léger & accompagné de bruit, n'eſt autre choſe que l'éruption du fluide électrique, quel qu'il ſoit, qui ſort du corps électriſé, & qui ſe précipite vers votre doigt; d'où il ſuit que c'eſt un corps, puiſqu'il réagit contre un autre corps.

On doit remarquer que lorſque le corps électriſé eſt anguleux, il perd beaucoup plutôt l'électricité qui lui a été communiquée. Ces angles & ces pointes ſemblent être autant de décharges ſpontanées de la matiere électrique: ainſi l'on doit les éviter dans les corps qu'on veut électriſer, & dans leſquels on veut maintenir le plus longtemps poſſible l'électricité.

IXe EXPÉRIENCE.

Différence des pointes & des corps émouſſés.

Electriſez dans l'obſcurité un conducteur ordinaire, ou un autre corps quelconque non-anguleux; & lorſqu'il ſera fortement électriſé, préſentez-lui un corps émouſſé, comme le doigt ou un poinçon obtus & arrondi. Il faudra qu'il en ſoit aſſez voiſin pour tirer l'étincelle électrique.

Mais ſi vous lui préſentez une pointe fort aiguë, vous verrez, avant qu'elle ſoit à beaucoup près ſi voiſine, s'y former à la pointe une étoile lumineuſe en forme de gerbe fort courte ; & ſi le corps électriſé ne reçoit pas à chaque inſtant un ſupplément d'électricité, il en ſera bien vîte privé.

Si cette pointe eſt portée par un gâteau de réſine, elle deviendra elle-même électriſée, mais l'électricité du conducteur ne s'anéantira pas entiérement.

Il paroît par cette expérience, que ſi dans la précédente les gerbes lumineuſes ſont formées par une matiere qui s'écoule du corps électriſé, ici c'eſt le contraire ; elles ſont formées par une matiere qui afflue & qui ſe précipite vers la pointe préſentée au corps électriſé. Que peut-on dire en effet, lorſqu'on voit un corps non-électriſé le devenir par cette voie, ſinon que la matiere, le feu ou le fluide électrique, ſe porte du corps électriſé dans l'autre, d'autant qu'il eſt conſtant que le premier perd par-là tout ou partie de ſon électricité, ſelon les circonſtances, c'eſt-à-dire, ſuivant que l'autre eſt ſur le plancher, ou iſolé ?

Quoi qu'il en ſoit, voilà une ſinguliere & remarquable propriété des pointes. On verra plus loin l'uſage extraordinaire que M. Francklin en a fait.

Xe EXPÉRIENCE.

Maniere de reconnoître ſi un corps eſt dans l'état d'électricité.

Lorſque deux corps ſont également électriſés, & qu'on les approche l'un de l'autre juſqu'au con-

tact, il ne ſe manifeſte entr'eux aucun ſigne d'électricité par l'étincelle ou l'émanation électrique : c'eſt ce dont il eſt aiſé de ſe convaincre ; car, qu'une perſonne électriſée par l'attouchement du conducteur, donne la main à une autre électriſée de la même maniere, il n'y aura point d'étincelle.

Ces deux perſonnes pourroient néanmoins reconnoître qu'elles ſont électriſées, à un ſigne que voici : elles n'auront qu'à prendre chacune à la main un fil de matiere non électrique, ou une boule de liege ſuſpendue à un pareil fil ; ſi ces deux boules ou ces deux fils ſe repouſſent, elles en devront conclure qu'elles ſont dans un état électrique.

XIe EXPÉRIENCE.

Diſtinction des deux Electricités.

Ayez une machine électrique montée comme elles l'étoient anciennement, c'eſt-à-dire avec un globe de verre ; ayez-en une ſeconde où ce globe, au lieu d'être de verre, ſoit de ſoufre ; que chacune électriſe un conducteur par un de ſes bouts : on verra avec étonnement que ſi les deux machines vont également vîte, on ne tirera point ou preſque point d'étincelles du conducteur.

Il n'en ſeroit certainement pas de même ſi l'on électriſoit le conducteur avec deux globes de verre à-la-fois, ou avec deux globes de ſoufre ; les étincelles ſeroient beaucoup plus vives que ſi l'on n'eût mis en mouvement qu'un ſeul globe.

REMARQUE.

CETTE expérience, que M. Francklin dit avoir

faite à la ſollicitation de M. Kinnerſley, ſon ami, me paroît mettre hors de doute la différence de l'électricité communiquée par le verre, d'avec celle communiquée par le ſoufre, & par conſéquent la diſtinction des électricités vitrée & ſulphureuſe ou réſineuſe; diſtinction déja avancée par M. Dufay.

En effet, M. Dufay avoit déja obſervé que, tandis que deux corps électriſés par le verre ou le ſoufre ſe repouſſent mutuellement, cependant lorſque l'un étoit électriſé par une de ces matieres, & l'autre par l'autre, au lieu de ſe repouſſer ils s'attiroient. Je ne ſçais quelle plus forte preuve on peut deſirer de deux états bien différents.

Qu'on joigne à cela l'expérience ci-deſſus de M. Francklin, comment pourra-t-on éluder la conſéquence qu'il en tire avec M. Dufay? Car il eſt évident & connu que deux corps électriſés également, & tous deux par le globe de verre, peuvent ſe toucher ſans étincelle, ſans diminution de vertu électrique dans tous les deux. Puis donc que ces mêmes corps électriſés, l'un par le verre, l'autre par le ſoufre, détruiſent mutuellement leur électricité, il faut que l'une ſoit d'une nature oppoſée à l'autre, & tout-à-fait différente.

Je ſçais que d'habiles phyſiciens, malgré ces raiſons, perſiſtent à rejeter cette diſtinction; mais je crois que le préjugé agit en eux, ou que, ſéduits par des idées particulieres, ils refuſent d'ouvrir les yeux à la lumiere. Je ſuis porté à penſer que ſi M. l'abbé Nollet n'avoit pas eu déja ſon ſyſtême ſur l'électricité, il eût adopté la diſtinction des deux électricités contraires.

Quoi qu'il en ſoit, c'eſt ici le lieu de donner une idée du ſyſtême de M. Francklin ſur l'élec-

tricité. Suivant ce phyſicien célebre, tous les corps dans leur état naturel, renferment dans leur ſubſtance ou ſur leur ſurface une certaine quantité d'un fluide qui eſt le fluide électrique. L'air, qui étant bien ſec n'eſt point un conducteur d'électricité, empêche ſa diſſipation. Mais le frottement de certains corps, du verre, par exemple, raſſemble ſur la ſurface de ce verre une plus grande quantité de fluide, enſorte que ſi ce verre eſt en contact ou très-voiſin avec un corps électrique par communication, une maſſe de fer, par exemple, ce fluide accumulé ſur la ſurface du verre, tend à paſſer, pour conſerver l'équilibre, dans la maſſe de fer. Ainſi cette maſſe acquiert par là une plus grande quantité de fluide électrique: il eſt alors électriſé *poſitivement*. Mais ſi le corps électrique, au lieu d'acquérir par le frottement une plus grande quantité de fluide électrique, en perd au contraire, ce qui arrive au ſoufre, le corps en contact avec celui-ci perdra une partie de ſon fluide électrique propre & naturel: il ſera alors électriſé *négativement*. L'un aura plus de fluide électrique que dans l'état naturel, & celui de tous les corps qui communiquent à la terre; l'autre en aura moins. Voilà l'électricité *poſitive* & l'électricité *négative*.

Il faut convenir qu'on ne voit pas trop clairement comment le frottement accumule ſur la ſurface du corps frotté une plus grande quantité de fluide électrique. On ne ſçait pas même ſi l'effet du frottement eſt de l'accumuler ſur le verre, ou d'en diminuer la quantité; s'il la diminue ſur le ſoufre & les réſines, ou s'il l'augmente. Ainſi l'on ne ſçait pas quelle eſt l'électricité *poſitive*, quelle eſt la *négative*; mais on ſçait, à n'en pouvoir

guere douter, que leurs effets ſont contraires, & cela ſuffit. Pluſieurs raiſons néanmoins rendent probable que l'électricité produite par le frottement du verre eſt la *poſitive*, ou par accumulation.

Malgré cette incertitude, la théorie ou l'hypotheſe de M. Francklin a pour elle un grand avantage ſur celle de M. l'abbé Nollet. Ce dernier conçoit une matiere répandue dans tous les corps, & même dans l'air, qu'il nomme, ainſi que tous les autres philoſophes électriciens, le *fluide électrique*. Cela lui eſt commun avec M. Francklin; mais il veut que l'effet du frottement ſoit de faire tantôt jaillir ce fluide des pores du corps frotté, tantôt de l'y attirer. Ainſi l'électricité ou le fluide électrique eſt tantôt *effluent*, tantôt *affluent*; & c'eſt au moyen de cette effluence ou affluence, que ce phyſicien explique tous les phénomenes de l'électricité. Mais un grand défaut de ce ſyſtême, c'eſt que tout y eſt, pour ainſi dire, arbitraire. Ce qu'on n'explique pas par le fluide affluent, on ne peut manquer de l'expliquer par l'effluent. Ce ſont les diverſes matieres de Deſcartes, ou ſa matiere ſubtile qui ſe prête à tout. Au contraire, les effets ſont beaucoup plus liés aux cauſes, ſi l'on veut hypothétiques, de M. Francklin. Pourquoi part-il une étincelle à l'approche d'un corps électriſé poſitivement ou négativement, avec un autre qui eſt dans l'état naturel? La réponſe eſt aiſée. Le fluide électrique accumulé d'un côté, & bandé, pour ainſi dire, en forme d'atmoſphere ſur la ſurface d'un corps, ſe remet en équilibre dès qu'il eſt en contact avec une autre atmoſphere électrique moins condenſée: ce fluide ſe répartit également entre les deux

corps ; ce qui ne peut ſe faire ſans un écoulement infiniment rapide qui produit la lumiere. Mais ce qui charme ſur-tout dans l'hypotheſe de M. Francklin, & qui eſt preſque la pierre de touche de la vérité, c'eſt qu'il n'y a guere d'expérience dont la ſimple deſcription ne ſuffiſe à celui qui a bien conçu cette hypotheſe, pour en deviner ſur le champ le réſultat. J'ai eu ce plaiſir preſque autant de fois que j'ai lu des livres traitant de l'électricité & des deſcriptions d'expériences électriques. Il n'en eſt pas de même du ſyſtême de M. l'abbé Nollet : on ne prévoit rien de ce qui doit arriver ; & ſi l'on explique tout, c'eſt que aucun effet n'eſt lié néceſſairement avec ſa cauſe. Si le phénomene eût été tout oppoſé, on l'eût également expliqué : on y emploieroit l'effluence au lieu de l'affluence : l'un eſt le remede ou le ſupplément de l'autre.

Nous ne diſſimulerons cependant point qu'il n'y ait quelques faits difficiles à concilier avec le mouvement du fluide électrique, qui eſt une ſuite néceſſaire du ſyſtême de M. Francklin.

Pourquoi, par exemple, en approchant le doigt d'un corps électriſé, ſoit poſitivement, ſoit négativement, voit-on également une double étincelle partir de chacun des deux corps ? Il ſembleroit qu'elle devroit partir ſeulement de celui qui eſt doué de l'électricité poſitive.

Pourquoi, dans une certaine expérience où l'on perce une main de papier par l'étincelle électrique, voit-on la bavure du trou tournée en ſens contraire de ce qu'elle devroit être ſi le fluide accumulé ſur la ſurface du corps électriſé poſitivement, étoit le ſeul qui ſe portât ſur le corps électriſé négativement ? Nous ne parlons pas de

pluſieurs autres qui ont été remarqués par les partiſans de M. l'abbé Nollet. Il y a matiere à ſuſpendre encore ſon jugement ſur le mécaniſme de ce phénomene.

XIIe EXPÉRIENCE.

La Bouteille électrique, & la Commotion.

Il n'eſt peut-être point, dans la phyſique, de phénomene plus étonnant que celui que nous allons décrire. Ayez une bouteille de verre blanc, fort mince & à long col, comme une caraffe, & rempliſſez-la juſqu'aux deux tiers environ d'eau, ou de limaille métallique, ou de grenaille de plomb. Après l'avoir fermée d'un bouchon de liege, introduiſez à travers ce bouchon un fil de fer qui plonge dans l'eau ou dans la limaille, & qui par l'autre bout déborde le bouchon de quelques pouces, & ſoit terminé en pointe émouſſée ou en crochet.

Cette bouteille étant ainſi préparée, prenez-la par le ventre, & préſentez-en le fil de fer au conducteur de la machine à électriſer, pendant qu'elle agit; la bouteille ſera ce qu'on appelle *chargée*. Alors, & pendant que le fil de fer eſt en contact avec le conducteur, tentez de toucher le conducteur de l'autre main ou le fil de fer: vous reſſentirez à travers le corps un coup violent, qui paroîtra affecter plus particuliérement tantôt la poitrine, tantôt les épaules, le bras ou le poignet.

On reſſentira le même effet ſi, s'étant retiré avec la bouteille tenue par le ventre d'une main, on touche avec l'autre le fil de fer.

Il y a plus, on peut former une chaîne de tant

de perſonnes qu'on voudra, ſe tenant toutes par la main, & ſans être iſolées. La premiere perſonne touche le ventre de la bouteille ou la tient par-là, pendant que le fil de fer eſt en contact avec le conducteur; la derniere touche le conducteur : à l'inſtant tous ceux qui forment la chaîne ſont frappés du coup interne décrit plus haut. Lorſque la bouteille eſt groſſe & fort chargée, le coup eſt quelquefois ſi violent, qu'on en perd pour un moment la reſpiration. Le fameux Muſchenbroek, à qui M. Cuneus fit part de ce phénomene que le haſard lui avoit préſenté, avoit apparemment été frappé avec bien de la violence, puiſqu'en l'annonçant aux phyſiciens François, il proteſtoit qu'il ne s'expoſeroit pas à un pareil coup une ſeconde fois, pour le royaume de France. Il eſt probable qu'il s'eſt dans la ſuite un peu plus aguerri. Comme cette expérience ſinguliere s'eſt faite à Leyde pour la premiere fois, on lui donne aſſez communément le nom d'*Expérience de Leyde*; & à la bouteille ainſi préparée, le nom de la *Bouteille de Leyde*.

Les phyſiciens François ont fait une fois une chaîne de 900 toiſes de longueur, au moyen de cent à deux cents perſonnes qui ſe communiquoient par des fils de fer. Toutes reſſentirent au même inſtant la commotion. Une autre fois on tenta de tranſmettre la commotion le long d'un fil de fer de deux mille toiſes de longeur; & l'expérience réuſſit, quoique le fil traînât ſur l'herbe humide, & la terre nouvellement labourée. Enfin ils comprirent dans la chaîne l'eau du grand baſſin des Thuileries, qui a près d'un arpent de ſurface; & la commotion ſe tranſmit très-bien à travers. Si les Anglois ont exécuté cette expé-

rience encore plus en grand, il eſt évident que les François les y ont comme menés par la main.

REMARQUES.

I. Comme il réſulte des inconvéniens du poids de l'eau ou de la grenaille qu'on mettoit d'abord dans la bouteille, on a imaginé de garnir l'intérieur d'un ſimple enduit métallique. Cela ſe peut faire en pluſieurs manieres. La plus ſimple eſt de couler dans la bouteille de l'eau fortement gommée, & d'en humecter la partie qu'on veut couvrir de cet enduit. On ôte l'excédent de cette eau gommée, & on verſe dans la bouteille de la limaille de cuivre bien fine : elle s'attache à l'eau gommée, & forme un enduit intérieur qui doit être touché par le fil de fer, pour que la bouteille ſe charge.

On augmente auſſi l'effet de la bouteille de Leyde, en recouvrant la plus grande partie du dehors d'une feuille de métal, comme d'étain.

II. On peut charger la bouteille d'une autre maniere que celle décrite ci-deſſus, ſçavoir par l'extérieur. Pour cet effet, on la tient ſuſpendue par le crochet ou le fil de fer qui va à l'intérieur, & l'on met l'extérieur en contact avec le conducteur électriſé. Alors, ſi celui qui la tient ſuſpendue d'une main par le crochet, s'aviſe d'en toucher l'extérieur avec l'autre main, il recevra la commotion ; & l'on pourra également former une chaîne de pluſieurs perſonnes, dont la derniere ou la plus éloignée de celle qui tient le fil de fer, en touchant l'extérieur, produira le même phénomene dans toute la chaîne.

III. M. Francklin obſerve une choſe fort ſinguliere, qui arrive en faiſant l'expérience de Leyde ;

Leyde ; c'eſt que, ſi l'on veut charger l'intérieur de la bouteille, il faut que l'extérieur communique à quelque corps qui ſoit conducteur de l'électricité ; car ſi la bouteille étoit miſe ſur un gâteau de réſine, ou ſur un plateau de verre, le fil de fer qui va toucher l'eau ou la garniture de métal qui la revêt en dedans, ſera en vain électriſé par le conducteur de la machine ; cette bouteille ne ſe chargera point. Faut-il, pour qu'elle ſe charge, qu'à proportion qu'on accumule l'électricité d'un côté, elle diminue de l'autre ? C'eſt ce que M. Francklin en conclut, & qu'il ſemble qu'on doive en effet en conclure. Mais comment le fluide électrique eſt-il chaſſé d'un côté, pendant que l'autre s'en charge davantage ? C'eſt ce qui me paroît être une grande difficulté.

IV. Le verre paroît être imperméable à l'électricité, du moins quand il eſt froid, ou qu'il n'a que le degré de chaleur de la température de l'air. M. Francklin a eſſayé une fois d'uſer à la meule le ventre d'une bouteille chargée, & qui étoit de l'épaiſſeur ordinaire. Il alla juſqu'aux $\frac{5}{6}$ de l'épaiſſeur, ſans qu'elle ſe déchargeât ; ce qui ſeroit arrivé ſi le fluide intérieur eût eu communication avec l'extérieur. Il ſeroit à ſouhaiter que ce phyſicien eût continué à diminuer cette épaiſſeur, juſqu'à ce que la décharge ſe fût faite.

Mais lorſque le verre eſt dilaté & amolli par une chaleur qui le rend prêt à fondre, alors non-ſeulement il devient conducteur de l'électricité, mais encore la bouteille chargée ſe décharge ſpontanément.

V. Si l'on ſuſpend au conducteur une chaîne, & qu'on la faſſe entrer dans la bouteille qu'on tient d'une main par l'extérieur, la bouteille eſt

chargée également ; mais ſi on baiſſe la bouteille de maniere qu'elle ne ſoutienne plus aucune portion de la chaîne, alors elle ne donne plus aucun ſigne d'électricité.

On doit conclure de-là, que l'electricité dont l'intérieur de la bouteille eſt chargée, doit avoir pour ſupport une matiere non-électrique ou conductrice de l'électricité. On travailleroit en vain à charger une bouteille qui ſeroit vuide, ou dont l'intérieur ne ſeroit pas au moins tapiſſé d'un enduit métallique.

VI. Si l'on charge l'intérieur de la bouteille en le faiſant communiquer par le crochet au conducteur électriſé poſitivement, alors l'extérieur ſera électriſé négativement ; car cet extérieur attirera la petite boule de liege ſuſpendue à ce conducteur, tandis que le crochet de la bouteille la repouſſe. Or il eſt connu qu'un corps électriſé en repouſſe un autre électriſé comme lui : il n'attire que le corps non-électriſé, ou électriſé en ſens contraire. Puiſque donc l'extérieur de la bouteille, électriſée par le crochet, attire la petite boule de liege, dont l'électricité eſt de la même nature que celle du conducteur ou de l'intérieur de la bouteille, il faut que l'électricité extérieure ſoit de nature entiérement différente.

VII. Si l'on a deux bouteilles égales & chargées également & de la même maniere, qu'enſuite vous les approchiez l'une de l'autre, crochet à crochet, ou ventre contre ventre, elles ne ſe déchargeront point ; mais ſi vous approchez le crochet de l'une du ventre de l'autre, auſſi-tôt la décharge ſe fera.

Si l'une des deux bouteilles étoit chargée au globe de ſoufre, & l'autre au globe de verre,

alors approchant le crochet de l'une au crochet de l'autre, ou le ventre de l'une au ventre de l'autre, elles se déchargeroient.

VIII. Si plusieurs personnes, au lieu de se tenir par les mains, se contentent de présenter les unes aux autres le bout du doigt à la distance d'une ou de deux lignes, au moment que la derniere touche le conducteur, on apperçoit entre tous les doigts une étincelle électrique, & chacune ressent la commotion.

IX. Si, au lieu de se tenir par la main, les personnes qui forment la chaîne communiquent les unes aux autres en tenant des tubes de verre pleins d'eau, & bouchés par un bouchon au travers duquel passe un fil de fer qui plonge dans le fluide, & qui est en contact avec chaque personne; au moment où la derniere personne touchera le conducteur ou le fil de fer qui plonge dans la bouteille, on appercevra un trait de lumiere dans l'eau de chacun des tubes, qui en sera toute éclairée.

X. Si, la chaîne étant faite, une ou deux personnes, ou davantage, en forment une nouvelle tenant d'un côté à une des personnes de la premiere chaîne, & de l'autre côté à une autre personne de la même chaîne, celles de la derniere ne ressentiront rien; le fluide électrique paroît se porter d'un bout à l'autre de la premiere chaîne par le plus court chemin.

XIIe EXPÉRIENCE.

Autre maniere de donner la commotion, ſçavoir, par le carreau de verre électrique. Percer une main de papier avec l'étincelle électrique.

L'effet ſingulier que nous avons obſervé dans l'expérience précédente, tient-il à la figure de la bouteille de Leyde, ou ſimplement à la nature du verre? Voilà une queſtion qui ſe préſente naturellement. Cette expérience-ci va la réſoudre, & prouver que c'eſt à la nature du verre qu'il tient uniquement.

En effet, prenez un carreau de verre d'une dimenſion quelconque; couvrez ſes deux ſurfaces d'une lame d'étain, en laiſſant de chaque côté & tout à l'entour une bande du verre à découvert; placez la glace horizontalement ſur un ſupport non électrique; faites enſuite tomber la chaîne du conducteur ſur la ſurface, & mettez la machine en mouvement: la glace ſe trouvera chargée comme la bouteille de Leyde; c'eſt-à-dire que ſi, appuyant un côté de l'excitateur à la ſurface ſupérieure, vous portez l'autre contre la garniture inférieure, vous en tirerez une forte & puiſſante étincelle. Il y auroit du danger, ſi la glace étoit grande, à toucher l'une des ſurfaces avec une main, & l'autre avec l'autre.

Voulez-vous percer une main de papier avec l'étincelle électrique, en voici le moyen. Couchez ſur une table un fil de fer, & ſur ce fil placez le carreau de verre, enſorte que le bout de ce fil touche la garniture inférieure. Sur la garniture ſupérieure, placez une main de papier; enfin électriſez cette ſurface du carreau au moyen de la chaîne du conducteur, que vous ferez tomber

ſur la garniture de cette ſurface. Quand vous croirez l'électricité très-forte, faites toucher l'un des bouts de l'excitateur au fil de fer ci-deſſus, & appliquez l'autre bout ſur le papier. Il en ſortira une très-forte étincelle, qui fera preſque autant de bruit qu'un coup de piſtolet; & la main de papier ſera percée d'outre en outre.

En faiſant l'expérience avec une glace d'environ 35 pouces en tout ſens, on pourra percer juſqu'à 150 feuilles de papier, & même davantage.

Ce moyen de faire l'expérience de Leyde a l'avantage d'en augmenter beaucoup l'effet; car on ne peut guere avoir de bouteille dont la ſurface ait plus de 2 ou 3 pieds quarrés. Mais une glace de 36 pouces en tout ſens en a 9, & l'effet eſt augmenté par-là à peu près dans la même proportion.

On ſent aiſément qu'en faiſant pareille expérience, il faut bien ſe garder de ſe trouver dans le cercle entre la ſurface ſupérieure & inférieure, car on courroit riſque d'être tué.

XIIIe EXPÉRIENCE.

Moyen d'augmenter comme indéfiniment la force de l'électricité: Batterie électrique.

Une petite bouteille chargée d'électricité ne produit pas un grand effet; mais cet effet augmente à meſure que la bouteille elle-même augmente de volume. Il ſeroit néanmoins incommode, & peut-être impoſſible, d'avoir des bouteilles qui excédaſſent une certaine grandeur; c'eſt pourquoi à une bouteille on en ſubſtitue pluſieurs, dont l'effet réuni ſeroit très-dangereux, ſi l'on ne prenoit pas de grandes précautions.

On prend à cet effet, au lieu de bouteilles à long col, pluſieurs de ces grands bocaux cylindriques, beaucoup plus hauts que larges. Il ne faut pas néanmoins qu'ils ſoient d'un diametre fort grand, parceque des cylindres de petit diametre ont, à proportion de leur ſolidité, une plus grande ſurface, & que ce que l'on cherche ici à augmenter, c'eſt la ſurface. On les revêt intérieurement d'une garniture d'une feuille d'étain collée, qui en recouvre le fond & les côtés juſqu'à deux pouces de leur bord. On en fait autant extérieurement. Après cela on range tous ces vaſes les uns à côté des autres, dans une boîte recouverte intérieurement d'une feuille d'étain & de poudre de cuivre. Cette feuille d'étain communique avec un anneau de fil de fer qui paſſe extérieurement, & c'eſt à cet anneau qu'on attache la chaîne par le moyen de laquelle on veut établir la communication d'un corps avec l'extérieur de la batterie.

Pour établir une communication avec l'intérieur des jarres, on enfonce dans chacune, à travers un bouchon de liege, un fil de fer tordu par en bas, qui appuie au fond de la jarre, & qui eſt formé en anneau dans ſa partie ſupérieure. Tous ces anneaux d'un rang ſont enfilés par une même barre, terminée des deux côtés en boulon. Ainſi l'on a autant de barres pareilles que l'on a de rangs de jarres. Enfin, pour établir la communication entre toutes ces barres, on fait repoſer ſur elles la chaîne du conducteur, & l'on a l'avantage de ne charger, ſi l'on veut, qu'un rang ou deux, en ne faiſant porter la chaîne que ſur une barre ou deux.

Pl. 7, fig. 42. Telle eſt la conſtruction d'une batterie électrique. On voit ici ſa figure, en la ſuppoſant com-

poſée ſeulement de neuf jarres, qui, à 3 pouces de diametre, 15 pouces de haut, & 12 pouces de garniture en hauteur, donnent 6 pieds $\frac{3}{4}$ de ſurface en entier. Une batterie ſemblable de ſoixante-quatre jarres, donneroit 48 pieds quarrés, & ne formeroit néanmoins qu'une boîte de deux pieds quelques pouces en tout ſens, ſur 15 à 18 pouces de hauteur. L'effet en ſeroit, je crois, prodigieux.

Voici maintenant la maniere de ſe ſervir de cet appareil. Pour charger les jarres, faites repoſer la chaîne qui vient du conducteur de la machine ſur les barres tranſverſales; & faites tourner le globe ou le plateau de verre pendant quelque temps, vos jarres ſeront électriſées ou chargées. L'expérience vous apprendra combien de tours du globe ou du plateau ſont néceſſaires pour cet effet; car elles ſe déchargent d'elles-mêmes, avec exploſion, quand elles ſont trop chargées. Lorſqu'elles ſont dans l'état convenable, ſi vous voulez les décharger, vous n'avez qu'à prendre la chaîne qui communique à l'extérieur, avec un manche de verre ou de cire d'Eſpagne, & en porter le bout en contact avec le conducteur: il ſe fera une forte étincelle, & les jarres ſeront déchargées.

Si quelqu'un, tenant le bout de cette chaîne, s'aviſoit de toucher avec le doigt, ou le conducteur de la machine, ou l'une des barres qui touchent à l'intérieur des jarres, il pourroit être tué roide, par l'effet de la terrible commotion qu'il reſſentiroit. En effet, ſi une bouteille de 5 à 6 pouces de diametre, fortement chargée, donne par ſa décharge une commotion violente dans les bras & la poitrine, on peut juger de l'effet que produiroit la décharge de 12, 15, 20, 30

ou 50 pieds quarrés, déchargés de la même maniere. Le phyſicien doit donc être très-attentif ſur lui & ſur les ſpectateurs, de crainte de faire une funeſte expérience.

Tous les phyſiciens qui font des expériences en grand ſur l'électricité, ont aujourd'hui un appareil ſemblable, plus ou moins conſidérable. C'eſt par ce moyen qu'on fond les métaux, qu'on les réduit même en chaux; qu'on aimante une aiguille, ou qu'on en change les pôles; qu'on tue des animaux; qu'on imite les effets du tonnerre, &c. &c. ainſi qu'on va le voir.

XIVe EXPÉRIENCE.

Tuer un animal au moyen de l'électricité.

Attachez au pied de l'animal la chaîne qui communique à l'extérieur de la batterie; enſuite, avec l'excitateur iſolé, établiſſez la communication du front ou du crâne de l'animal, avec une des verges qui communiquent à l'intérieur: l'animal, fût-il un mouton, peut-être un bœuf, tombera foudroyé.

REMARQUE.

On a obſervé que les animaux tués de cette maniere étoient ſur le champ bons à manger; car le coup qui les tue, eſt fort analogue à celui du tonnerre; & c'eſt un fait connu, que les animaux tués par la foudre, paſſent très-rapidement à l'état de putréfaction. On pourroit donc employer cette foudre artificielle à tuer les animaux que nous deſtinons à être mangés ſur le champ: ils ſeront ce qu'on appelle *mortifiés* dans la minute. Mais comme l'opération eſt dangereuſe, M. Francklin prévient, en plaiſantant, le phyſicien

de ſe précautionner, de crainte que voulant mortifier ſa poularde, il ne mortifie ſa propre chair.

XVe. EXPÉRIENCE.

Production du magnétiſme par l'électricité.

Ayez une aiguille d'acier de quelques pouces de longueur, comme une aiguille de bouſſole. Placez-la entre deux lames de verre, de ſorte que ſes deux bouts A & B débordent un peu. Faites enſuite communiquer un de ſes bouts A avec le conducteur de la machine électrique, ou quelqu'une des traverſes de fer de la batterie électrique; chargez enſuite fortement cette batterie, & déchargez-la à travers l'aiguille, en ramenant (avec l'excitateur iſolé) le bout de la chaîne qui communique avec le dehors des jarres, contre le bout B de l'aiguille. Tout le feu électrique paſſera à travers l'aiguille, entrant par le bout A, & ſortant par le bout B, & l'aiguille ſera aimantée de maniere que le bout A ſe tournera au nord.

Si une aiguille eſt aimantée, & que le bout A ſe tourne au nord; en faiſant l'opération contraire, c'eſt-à-dire en faiſant paſſer le feu électrique de B en A, l'aiguille ſera déſaimantée; & en réitérant une ſeconde fois cette même opération, elle ſe trouvera aimantée en ſens contraire, c'eſt-à-dire enſorte que ce ſera le bout B qui ſe tournera au nord.

On ſent au reſte que cela dépendra de la quantité du fluide électrique. Si elle eſt moindre dans la ſeconde opération que dans la premiere, il pourra reſter quelque peu de magnétiſme; ſi elle eſt beaucoup plus conſidérable, les pôles pourront être changés du premier coup.

XVIe EXPÉRIENCE.

Fondre les métaux au moyen de l'Electricité.

Cette expérience eſt une des plus curieuſes de celles qu'on fait ſur l'électricité. Prenez un fil de fer d'une demi-ligne de diametre, & ſuſpendez-y un poids d'environ 6 livres; faites-le enſuite parcourir dans ſa longueur par le feu électrique, au moyen d'une batterie de 16 ou 25 jarres: ce fil s'allongera tout-à-coup, ſouvent même ſe rompra. Or cela n'a pu arriver qu'autant qu'il aura été amolli ou liquéfié dans une partie au moins de ſon étendue.

Autre maniere. Prenez une feuille d'or des plus minces; coupez-en une lame d'une ligne de largeur & de deux pouces de longueur, que vous placerez entre deux lames de verre bien ſerrées l'une contre l'autre; faites enſuite que cette lame faſſe partie du cercle électrique d'une forte batterie, comme de 50 à 60 jarres: la feuille d'or paſſera par l'état de fuſion; & ce qui le prouve, c'eſt que pluſieurs de ſes parties ſeront incorporées dans le verre même.

Mais ſi vous mettez entre les verres & la lame de petits bouts de carte, & que vous ſerriez fortement les lames, l'étincelle électrique, tirée de cette maniere, au travers & dans la longueur de la lame d'or, la réduira en grande partie dans cette eſpece de chaux pourpre, qu'on connoît dans la chimie ſous le nom de *précipité de Caſſius*, parceque ce chimiſte trouva le premier ou ſimplifia cette préparation. Les deux cartes ſeront teintes en cette couleur, que l'on pourra rehauſ-

ſer en réitérant l'opération avec de nouvelles lames d'or.

Une lame d'argent, traitée de la même maniere, donne une poudre d'un beau jaune.

Une de cuivre, donne une poudre verte.

Celle d'étain, donne une poudre blanche qui reſſemble à la chaux d'étain entiérement déphlogiſtiquée.

La platine, traitée de cette maniere, & après des fulminations réitérées, ſe réduit en une poudre noirâtre, qui, appliquée ſur la porcelaine, produit une couleur olive foncée.

On s'eſt aſſuré, au reſte, par diverſes épreuves chimiques, que ces chaux ſont préciſément les mêmes que celles qu'on produit par d'autres procédés plus longs.

Ces expériences ſont dues à M. Comus, dont l'induſtrie & l'adreſſe ſont ſi célebres, & qui réunit aux talents les plus extraordinaires en ce genre, des connoiſſances profondes dans les diverſes parties de la phyſique. On en peut voir le détail plus circonſtancié & vraiment intéreſſant, dans le *Journal de Phyſique* de M. l'abbé Rozier, année 1773.

XVIIe EXPÉRIENCE.

Qui prouve l'identité de la foudre avec l'étincelle électrique.

Sur un endroit élevé & iſolé, comme le ſommet d'une tour, placez une barre de fer verticale, terminée en pointe fort aiguë. Plus cette pointe s'élévera dans l'atmoſphere, mieux l'expérience réuſſira. Il faut d'ailleurs que cette barre ne touche à rien, & qu'elle ſoit ſupportée par une baſe

quelconque, qui l'iſole de tout corps conducteur de l'électricité.

Cela fait, attendez un jour d'orage; & lorſque le nuage tonnant paſſera au deſſus de la barre, ou à peu près, touchez cette barre, non avec le doigt, mais avec une barre de métal attachée à un manche de verre: vous ne manquerez pas d'en tirer des étincelles, quelquefois même extrêmement groſſes & bruyantes. Il y auroit du danger à en approcher de trop près, car quelquefois la barre eſt ſi chargée d'électricité, que les étincelles partent à pluſieurs pieds de diſtance, & font le bruit d'un coup de piſtolet. M. Richman, profeſſeur de mathématiques à Pétersbourg, & membre de l'académie de cette ville, a été, comme tout le monde ſçait, la victime d'une pareille expérience; car, s'étant approché, dans un moment de diſtraction, trop près de ſa machine, il fut tué, & l'on remarqua ſur ſon corps tout ce qu'on obſerve ſur ceux des perſonnes tuées par le tonnerre.

Cela a engagé quelques phyſiciens qui cultivent l'électricité, à diſpoſer leur machine de maniere qu'elle ne puiſſe jamais ſe trop charger d'électricité. Pour cet effet, il faut diſpoſer à quelque diſtance de la barre une pointe de métal fort aiguë, & communiquant au plancher ou à la maſſe des corps non-électriques. Cette pointe, quand l'électricité ſera médiocre, ne tirera point l'électricité; mais lorſqu'elle ſera très-forte, elle l'aſpirera, pour ainſi dire, & la déchargera inſenſiblement, enſorte qu'il ne s'y en accumulera jamais qu'une quantité médiocre & incapable de nuire. Plus la pointe ſera proche de la barre, plus elle abſorbera d'électricité.

On connoîtra, par ſon moyen, dans l'obſcurité, ſi le nuage eſt électriſé poſitivement ou négativement; car, dans le premier cas, on appercevra à cette pointe une ſimple étoile lumineuſe ou gerbe fort courte; dans le ſecond cas, au contraire, on verra une grande & belle gerbe lumineuſe.

On a coutume auſſi de diſpoſer à proximité de la barre, une boule de métal ſuſpendue par un fil de ſoie, & plus loin un timbre communiquant au corps du bâtiment. Son uſage eſt d'avertir l'obſervateur que la barre eſt électrique; car, au moment où elle eſt chargée d'électricité, elle attire la balle qui n'en a point, l'électriſe, & la repouſſe contre le timbre, dont le ſon annonce que le nuage électrique a produit ſon effet. Cela a auſſi l'avantage d'indiquer le degré de l'électricité; car, ſi elle eſt fort vive, la vivacité du carillon lui eſt proportionnée, & l'obſervateur eſt averti de prendre garde à lui.

On peut, ſans tour & ſans terraſſe, ſe procurer le moyen de faire cette expérience dans ſa chambre. Il n'y a qu'à faire paſſer dans ſa cheminée une barre de fer, iſolée au moyen de cordons de ſoie qui l'aſſujettiront de toutes parts. Cette barre doit élever ſa pointe de quelques pieds au deſſus de l'ouverture de la cheminée; 12 ou 15 pieds, même moins, ſuffiſent. Alors, toutes les fois qu'il paſſera au deſſus quelque nuage électriſé, votre barre donnera des ſignes d'électricité, lorſque vous la toucherez avec précaution, ou au moyen du petit carillon électrique, ſi vous en avez diſpoſé un à ſa proximité.

Au lieu de cet appareil, le pere Cotte, de l'Oratoire, obſervateur aſſidu de tous les phéno-

menes météorologiques, disposé en travers & entre deux lieux élevés, une chaîne de fer dont les chaînons sont hérissés de pointes aiguës. Les deux bouts de la chaîne sont supportés par des cordons de soie gaudronnés. Du milieu de la chaîne, en part une autre de la forme & grosseur ordinaires pour les expériences de l'électricité, qu'on fait entrer dans l'appartement, soit par la cheminée, soit par la fenêtre, au moyen de cordons de soie qui la supportent. A son bout doit être attachée une boule de métal, qui fournit des étincelles beaucoup plus considérables que ne feroit la chaîne elle-même. La multitude de pointes dont la chaîne extérieure est hérissée, fournit une quantité de matiere électrique telle, qu'il faut user de circonspection avant de toucher cette boule.

REMARQUE.

CETTE expérience curieuse, & tout-à-fait intéressante pour la physique, a été proposée & indiquée par le célebre M. Francklin, dans des lettres à M. Collinson, de la S. R. de Londres; mais elle a été faite pour la premiere fois à Marly, par les soins de M. Dalibart & du curé de ce lieu, (M. Raulet,) le 10 Mai 1752. Elle fut vue ensuite par le Roi & toute la Cour. Depuis ce temps elle a été répétée par tous les physiciens; & rien n'est aujourd'hui plus connu & plus commun que cet appareil électrique, qui met sous les yeux l'identité du feu électrique & de celui du tonnerre. Mais c'est à l'Amérique, & en particulier à M. Francklin, que nous en avons l'obligation primitive.

De cette découverte découle l'explication de

pluſieurs phénomenes ſur leſquels on n'avoit fait encore que balbutier ſans aucun ſuccès. Tels ſont ces feux qu'on apperçoit ſouvent, en temps d'orage, ſur des croix de clochers, à l'extrémité des mâts & des vergues des vaiſſeaux, que les anciens appeloient des noms de *Caſtor & Pollux*, & que les modernes connoiſſent ſous le nom de *feu S. Elme.* Ce n'eſt autre choſe que le feu électrique des nuages, attiré par les pointes de ces croix, ou des ferrements de ces mâts. Céſar raconte que ſon armée étant rangée en bataille, & un grand orage étant ſurvenu, on vit des flammes ſortir des pointes des piques de ſes ſoldats. Ce phénomene n'aura plus rien de merveilleux pour celui qui connoîtra ceux de l'électricité. Ces feux étoient le feu électrique qui s'échappoit par ces pointes, les nuages étant probablement électriſés en moins, comme M. Francklin dit que cela arrive le plus ſouvent.

XVIIIe EXPÉRIENCE,

Qui prouve la même vérité d'une autre maniere; ou *le Cerf-volant électrique.*

Il eſt difficile, pour ne pas dire impraticable, d'élever extrêmement haut une verge de fer. Cela a donné lieu d'imaginer un autre artifice pour aller ravir, en quelque ſorte, aux nuages leur feu électrique ou leur tonnerre. C'eſt le cerf-volant, petite machine juſqu'alors plus employée par les jeunes-gens & les écoliers, que par les phyſiciens; mais l'uſage qu'en ont fait quelques-uns de ces derniers, l'a en quelque ſorte ennobli.

Il faut avoir un cerf-volant recouvert de taffetas, & un peu grand, comme de 5 à 6 pieds de

longueur au moins; car plus il eſt grand, plus il s'éleve, à cauſe que le poids de la ficelle eſt moindre relativement à la force avec laquelle le vent tend à l'enlever. On lui adaptera à la tête une verge de fer déliée, qui d'un côté s'étendra le long de l'axe inférieur du cerf-volant, juſqu'au point d'attache de la corde, & de l'autre, ſera terminée en pointe fort fine, qui s'élévera au deſſus du cerf-volant, de maniere que lorſqu'il ſera à ſa plus grande hauteur, elle ſoit à peu près verticale, & le déborde d'environ un pied. La ficelle doit être faite d'une ficelle ordinaire, mais autour de laquelle on aura entortillé un fil trait de cuivre très-flexible, à peu près comme on garnit les cordes les plus baſſes de quelques inſtruments, mais beaucoup moins ſerré. Cela ſe fait parceque le chanvre eſt un conducteur d'électricité aſſez médiocre, à moins qu'il ne ſoit mouillé.

On attachera à l'extrémité de cette corde un cordon de ſoie de quelques pieds, pour iſoler le cerf-volant quand il ſera parvenu à ſa plus grande hauteur, & près de ce cordon on joindra à la corde du cerf-volant un petit tube de fer-blanc, d'un pied environ de longueur ſur un pouce de diametre, pour y exciter les étincelles.

Les choſes ainſi préparées, on mettra au vent le cerf-volant, lorſqu'on verra approcher un temps orageux, & on le laiſſera s'élever à ſa plus grande hauteur: on attachera le cordon de ſoie à quelque obſtacle immobile, & enſorte que la pluie ne puiſſe point mouiller ce cordon: on ne tardera pas d'obſerver, le plus ſouvent, des marques d'électricité très-fortes, quelquefois même telles, qu'il y auroit du danger à toucher la corde ou le tube ſans de grandes & ſérieuſes précautions.

Pour

Pour cet effet, on emmanchera au bout d'un tube de verre, ou d'un cylindre de cire d'Eſpagne, d'un pied au moins de longueur, un morceau de fer long de quelques pouces, duquel pendra juſqu'à terre une chaînette de métal. Sans cette précaution, on ne tireroit que des étincelles foibles, parceque ce morceau de fer étant lui-même iſolé, ſeroit, au premier attouchement, électriſé comme la corde même du cerf-volant.

M. de Romas, qui eſt le premier en Europe qui ait employé ce moyen de tirer l'électricité des nuages, s'étant ſervi d'un cerf-volant qui avoit 7 pieds & demi de longueur, ſur 3 de largeur dans ſon plus grand diametre, & l'ayant élevé juſqu'à 550 pieds de hauteur perpendiculaire, il en réſulta des effets très-extraordinaires. En effet, ayant d'abord touché imprudemment avec le doigt le tuyau de fer-blanc, il reçut une commotion violente; & heureuſement pour lui l'électricité n'étoit pas alors à beaucoup près parvenue à ſon plus haut degré; car quelque temps après, l'orage s'étant renforcé, il reſſentit, à plus de 3 pieds de la corde, une impreſſion ſemblable à celle d'une toile d'araignée: il toucha alors le tube de fer-blanc avec l'excitateur, & il tira une étincelle de plus d'un pouce de longueur, ſur 3 lignes de diametre. L'électricité augmentant même enſuite de force, il en tira, à la diſtance de plus d'un pied, qui avoient juſqu'à 3 pouces de longueur ſur 3 lignes de diametre, & dont le craquement ſe faiſoit entendre de 200 pas.

Mais ce qu'il y eut de plus remarquable dans cette expérience, eſt ceci. Pendant que l'électricité étoit à peu près à ſon plus haut degré, trois pailles, dont l'une d'un pied de longueur, ſe

dreſſerent par l'effet de l'attraction du tube de fer-blanc, & pendant quelque temps ſe balancerent entre lui & la terre, tournant en rond, juſqu'à ce que l'une s'éleva enfin juſqu'au tube, & occaſionna une exploſion en trois craquements, qui ſe fit entendre juſqu'au centre de la ville de Nérac : (l'expérience ſe faiſoit dans un fauxbourg.) L'étincelle qui accompagna cette exploſion, fut vue de quelques ſpectateurs comme un fuſeau de feu de 8 pouces de longueur, ſur 4 à 5 lignes de diametre. La paille enfin qui avoit occaſionné cette étincelle, ſuivit la corde du cerf-volant, tantôt s'en éloignant, tantôt s'en rapprochant, & excitant des craquements très-forts lorſqu'elle s'en approchoit. Quelques ſpectateurs la ſuivirent des yeux juſqu'à plus de 50 toiſes.

On peut voir de plus grands détails ſur cette expérience non moins intéreſſante que curieuſe, dans les *Mémoires des Sçavants étrangers*, publiés par l'Académie royale des Sciences, Tome II. Elle fut ſuivie de beaucoup d'autres du même phyſicien, qui prouvent que, dans un temps même qui n'a rien d'orageux, un pareil cerf-volant s'électriſe quelquefois au point de faire étinceler ſa corde, & de donner de violentes commotions à tous ceux qui la touchent ſans précautions.

Nous avons dit plus haut, que M. de Romas eſt le premier en Europe qui ait fait cette curieuſe expérience. On trouve en effet que M. Francklin l'avoit faite quelques mois auparavant en Penſylvanie; car il en informoit M. Collinſon, ſon correſpondant à Londres, en Octobre 1752. Mais on n'a connu qu'aſſez long-temps après en France cette invention, & M. de Romas l'avoit

même annoncée énigmatiquement à l'Académie des Sciences, dès le milieu de 1752. Ainſi, en décernant le premier mérite de l'invention à M. Francklin, on ne peut refuſer à M. de Romas de reconnoître qu'il concourut à cet égard avec le célebre phyſicien de Philadelphie.

XIXe Expérience.

La Maiſon endommagée par le Tonnerre.

Le docteur Lind eſt l'auteur de cette expérience, qui ſert à démontrer quelle différence il y a de recevoir l'exploſion de la foudre par une éminence émouſſée, ou de la recevoir par une pointe aiguë, aboutiſſant à un conducteur non-interrompu. Elle met dans tout ſon jour l'avantage des pointes terminées par de bons conducteurs, pour préſerver les édifices de la foudre.

AB eſt le modele d'une petite maiſon, dont C eſt le ſommet du pignon; AD un mur dans lequel eſt percé le trou quarré GFHE. Ce trou eſt deſtiné à recevoir une planche quarrée, garnie diagonalement d'une barre de fer qui, ſuivant la poſition de la planche, peut aller de F en E, comme dans la figure, ou de G en H. LG eſt une barre de fer terminée par une boule L, qui va aboutir au point G. De H en I il y a une autre barre ſemblable, dont le bout I ſe termine en une chaîne de longueur convenable pour l'objet qu'on dira. Pl. 8, fig. 43.

Cela fait, on place la planche comme on voit dans la figure, c'eſt-à-dire enſorte que la barre de fer qui y eſt enchâſſée aille de F en G, & qu'il y ait une interruption de G en N. On paſſe la chaîne à l'entour du corps du bocal, comme

ceux de la batterie électrique. On charge ce bocal autant qu'il peut l'être. Enfin l'on attache à un des côtés de l'excitateur garni d'un manche de verre, la chaîne du conducteur ; & l'on touche avec l'autre côté de l'excitateur terminé en boule, la boule L qui surmonte la barre GC, & le pignon de la petite maison. Le cercle électrique se fait, une forte explosion est produite, & la planche FGHE est jetée hors de sa place avec fracas, à cause du saut que la matiere électrique a à faire de G en H, pour regagner le conducteur interrompu en cet endroit.

Mais au lieu de la barre terminée par une boule L, placez-y une barre finissant en pointe aiguë ; placez aussi la planchette FGHE de maniere que la petite barre de fer EF aille de G en H ; faites enfin la même chose que dessus : l'électricité passera en silence le long de la barre LGHI, sans rien déplacer.

Voilà l'image de ce qui se passe quand la foudre frappe un édifice. L'éminence du bâtiment reçoit le coup de tonnerre avec explosion ; la foudre suit le premier conducteur métallique qu'elle rencontre sans l'endommager, quand il est de grosseur suffisante ; mais ce conducteur est-il interrompu quelque part, elle fait là une explosion, & fait sauter en morceaux, mur, boiserie, &c. jusqu'à ce qu'elle ait trouvé quelque nouveau conducteur. A chaque interruption, nouvelle explosion, & malheur à ceux qui se trouvent à proximité ; car, comme le corps d'un homme est un assez bon conducteur de l'électricité, à cause des fluides dont il abonde, elle le prend faute de mieux, & le tue immanquablement.

Mais rien de cela n'arrive, ſi la barre élevée au deſſus de la maiſon eſt terminée par une pointe aiguë, & que le conducteur ne ſoit point interrompu. Il pourra y avoir quelque exploſion légere à la pointe de la barre, mais de-là le fluide électrique, ou celui de la foudre, ſuivra le conducteur juſqu'à ſon extrémité, qu'on enfouit dans la terre à une profondeur ſuffiſante pour atteindre l'humidité.

M. Sigaud de la Fond, profeſſeur de phyſique expérimentale, à rendu cette expérience plus ſenſible encore, par la diſpoſition qu'il a donnée à ſa petite maiſon. Elle eſt telle, que l'exploſion électrique en fait ſauter le toit & écarter les murs.

XXe. EXPÉRIENCE.

Le Vaiſſeau frappé ou préſervé de la Foudre.

Cette expérience n'eſt, à quelques égards, qu'une variation de la précédente. Quoi qu'il en ſoit, la voici, parcequ'elle n'eſt pas moins amuſante, & moins propre à prouver l'utilité des pointes & des conducteurs métalliques non-interrompus, pour détourner le feu de la foudre.

Sur une eſpece de bateau repréſentant la carène d'un vaiſſeau, élevez vers le milieu un tube de 8 pouces environ de hauteur & d'un demi-pouce de diametre, qui repréſentera le grand mât. Ce tube qui ſera plein d'eau, ſera bouché aux deux extrémités par deux tampons de liege, à travers leſquels paſſeront deux fils de fer qui s'avanceront dans l'intérieur du tube, à un demi-pouce de diſtance l'un de l'autre. Le fil de fer inférieur plongera dans l'eau ſur laquelle nagera le bateau; le

ſupérieur doit être terminé hors du tube par un arrondiſſement.

Maintenant ſi l'on établit une communication de la ſurface extérieure de la batterie électrique avec le fil de fer inférieur, & qu'on approche du fil de fer ſupérieur le bout de la chaîne qui communique à la ſurface intérieure de la batterie, quand même on n'en emploieroit qu'une petite partie, l'exploſion du feu électrique, en ſautant dans l'intérieur du tube d'une pointe à l'autre, ſera telle, qu'elle fera ſauter le tube en morceaux, & le petit vaiſſeau ſera percé & coulera à fond. Voilà à peu près comment le grand mât d'un vaiſſeau eſt quelquefois briſé en pieces, & le vaiſſeau en danger de ſe perdre.

Mais ſi au lieu de ce double fil de fer on fait paſſer à travers les deux bouchons & l'eau qui remplit le tube, un fil de métal, & qu'on établiſſe de même la communication avec la batterie électrique, on pourra décharger à travers ce fil juſqu'à 64 jarres, ſans faire éclater le tube de verre. Quelquefois néanmoins le feu électrique, ou de ce petit tonnerre artificiel, ſera tel, que le fil de fer en ſera détruit.

Cette expérience a été imaginée par M. Edouard Nairne, & pourroit facilement être adaptée à repréſenter d'une maniere plus conforme à la réalité, la diſpoſition d'un vaiſſeau frappé de la foudre; mais nous avons préféré de la décrire telle qu'elle eſt expoſée dans les *Tranſactions Philoſophiques* de l'année 1773. Elle ne laiſſe pas de faire voir combien l'interruption des conducteurs métalliques eſt dangereuſe, & combien le plus petit conducteur, bien continué, peut dériver de feu électrique.

REMARQUE GÉNÉRALE,

Sur l'analogie du feu de la foudre & la matiere électrique ; Moyen de garantir les édifices du tonnerre.

LES expériences précédentes mettent dans un jour ſuffiſant l'identité de la foudre & de l'électricité. Cependant, pour la prouver encore plus complettement, nous allons rapporter quelques-uns des phénomenes qu'on obſerve le plus communément dans la marche du feu de la foudre, lorſqu'elle frappe une maiſon ou un autre objet quelconque.

Le premier de ces phénomenes, celui qui a le plus conſtamment lieu, c'eſt que la foudre ſuit les corps métalliques qu'elle rencontre dans ſon chemin. Au défaut de corps métalliques, elle fait exploſion, ou elle s'attache aux corps humides, ou aux animaux qui ſont preſque entiérement compoſés de fluides. Ainſi voit-on, lorſque la foudre tombe ſur un clocher, que du coq ou de la croix qui le couronne, & qui reçoit le premier coup, elle ſuit les ferrements qui vont de-là juſqu'au bord du toit ou dans l'intérieur de la maçonnerie : c'eſt-là qu'elle fait exploſion ; car, ne rencontrant que de la pierre ou du bois, qui ſont de mauvais conducteurs, elle ne peut commodément continuer ſon chemin : elle ſe jette donc ſur les hommes qui ſe trouvent ſouvent dans le clocher, par une ſuite de la mauvaiſe habitude de ſonner les cloches dans cette occaſion. Quelquefois, ſe jetant ſur la cloche, elle en ſuit la corde juſqu'à ſon extrémité ; mais ſi en ce moment la corde eſt tenue par un homme, il eſt

rare qu'il n'en ſoit pas tué ; car, étant un meilleur conducteur que le chanvre, la foudre ſemble lui donner une funeſte préférence.

Il eſt arrivé très-fréquemment que le tonnerre a fondu les plombs des croiſées : c'eſt qu'il a trouvé ces plombs à proximité, & les a ſuivis de préférence à d'autres corps moins bons conducteurs.

On explique encore par-là pourquoi il eſt arrivé quelquefois qu'un homme portant une épée à ſon côté, & ayant été frappé du tonnerre, il n'a reçu aucun mal, & l'on a trouvé la pointe de ſon épée fondue dans le fourreau : c'eſt que le feu électrique a de préférence choiſi ſon paſſage dans la lame de l'épée, entrant par la garde & ſortant par le bout ; & comme ce bout eſt terminé en pointe plus aiguë, il s'eſt trouvé plus reſſerré, & l'a fondu. On imite cet effet, en forçant une forte quantité de matiere électrique à paſſer par un filet de métal.

Lorſque le tonnerre tombe ſur un arbre, s'il y a des animaux au pied, il eſt rare qu'ils n'en ſoient pas tués, ſur-tout ſi l'arbre eſt d'une matiere huileuſe ou réſineuſe. Cela vient de ce que le bois eſt un mauvais conducteur : la foudre l'abandonne, ſi elle en rencontre à ſa proximité un meilleur, comme ſont les animaux, par la raiſon que nous en avons donnée ci-deſſus. De-là vient que le noyer eſt réputé particuliérement dangereux : ſon ſuc huileux le rend plus mauvais conducteur de l'électricité qu'un autre.

Mais c'eſt ſur-tout lorſque le tonnerre tombe ſur une maiſon, qu'éclate principalement ſa prédilection à ſuivre les corps métalliques. Preſque toutes les relations des effets du tonnerre, con-

viennent à nous repréſenter la foudre s'attachant de préférence à ſuivre des fils de renvois des ſonnettes ; les bordures métalliques des corniches, des glaces, des tableaux ; faiſant exploſion à chaque fois que ce chemin, commode pour elle, ſe trouve interrompu. On l'a vue ſuivre de cette maniere pluſieurs appartements, pluſieurs étages. Ce chemin enfin eſt ſi bien tracé par toutes les obſervations, que l'on ne peut douter que ſi ces conducteurs métalliques ne lui euſſent manqué, ou qu'ils euſſent été ſuffiſants, elle n'eût produit aucun déſordre.

Parmi les obſervations de ce genre, une des plus détaillées & des plus remarquables, eſt celle des effets du tonnerre qui tomba à Naples ſur l'hôtel occupé par le lord Tilney, le 20 Mars 1773.

Nous en devons la relation à M. le chevalier Hamilton, qui fut témoin de l'événement ; car il étoit dans l'appartement même qui fut parcouru par la foudre, avec M. de Sauſſure, profeſſeur d'hiſtoire naturelle à Geneve ; & ils viſiterent fort peu après, avec beaucoup de ſoin, tout l'hôtel, pour examiner les traces du météore. En voici les circonſtances.

L'appartement du lord Tilney, compoſé de neuf pieces de plein pied, étoit, ainſi que ceux des maiſons diſtinguées de ce pays-là, fort décoré. Une ample corniche régnoit dans toutes les pieces ; & cette corniche étoit dorée à la mode du pays, c'eſt-à-dire avec une feuille d'étain, recouverte d'un vernis jaune imitant l'or. De cette corniche partoit un grand nombre de plates-bandes, ſervant d'encadrement aux tapiſſeries, & dorées de la même maniere, ainſi que les bordures des lambris d'appui, des tableaux, des

glaces, des chambranles de portes, &c. L'appartement au deſſus n'étoit guere moins décoré. Cet hôtel eſt un de ceux de Naples où regne la plus grande profuſion en ce genre. Ajoutons à cela, que toutes les pieces de cet appartement communiquoient entr'elles par des fils de fer de ſonnettes, très-multipliées pour la commodité.

Le lord Tilney avoit ce jour aſſemblée chez lui, & M. Hamilton dit qu'il y avoit dans l'hôtel environ 500 perſonnes, tant maîtres que domeſtiques. On entendit tout-à-coup un grand coup de tonnerre, & ſur le champ l'appartement où tout le monde étoit raſſemblé, parut en feu à ceux qui s'y trouvoient. Chacun ſe crut frappé de la foudre; & l'on peut s'imaginer aiſément la terreur & la confuſion qui s'emparerent des eſprits. Perſonne néanmoins ne fut tué ni bleſſé; & ſans doute on le dut à cette prodigieuſe quantité de conducteurs métalliques, qui fournirent à la foudre un écoulement.

En effet, M. le chevalier Hamilton & M. de Sauſſure, ayant viſité fort peu après & le lendemain les deux appartements, remarquerent la dorure de la plus grande partie de cette immenſe corniche fort endommagée, noircie dans un grand nombre d'endroits, ſur-tout aux angles & aux paſſages des fils de ſonnettes; le vernis doré avoit été détaché dans beaucoup d'endroits, & jeté à bas ſous la forme d'une pouſſiere; en quelques endroits les fils des ſonnettes étoient brûlés. Dans une piece où deux tableaux l'un au deſſus de l'autre étoient placés entre la corniche & la porte, le feu de la foudre avoit ſauté de la corniche ſur la bordure du tableau immédiatement inférieur; delà à celle de celui qui étoit au-deſſous, & de-

celle-ci au chambranle de cette porte ; & ces paſſages étoient marqués ſur le mur, blanchi à la mode du pays, par des impreſſions de fumée. Dans une autre piece, le feu du tonnerre avoit pareillement paſſé de la corniche à la bordure d'un tableau qui la touchoit, & de-là à la bordure intérieure d'un chambranle, en faiſant exploſion entre deux ; il avoit enfin deſcendu le long de ce chambranle, & avoit fait ſauter un morceau du petit ſocle auquel viennent ſe terminer les moulures. Les dorures des meubles qui touchoient les lambris, avoient enfin été endommagées & noircies. Les mêmes choſes à peu près s'étoient paſſées dans l'appartement ſupérieur.

On voit par cette deſcription, l'eſpece d'affectation avec laquelle le feu du tonnerre ſuivit toutes ces matieres métalliques ; & l'on ne peut douter que ce ne ſoit cette grande profuſion en dorures, ainſi qu'en fils de fer de ſonnettes, qui ait empêché qu'un ſi terrible accident n'ait coûté la vie à une grande partie des aſſiſtants.

L'eſpece de prédilection que le feu électrique ou du tonnerre montre pour les conducteurs métalliques, a engagé M. Francklin à propoſer, dès 1752, à Philadelphie, un moyen de préſerver les bâtiments de ce météore terrible. Il conſiſte à placer ſur le haut des maiſons une barre de fer terminée en pointe, & prolongée en en-bas par une ou pluſieurs barres de fer jointes enſemble. Cette barre doit enfin s'enfoncer en terre, à une profondeur aſſez grande pour rencontrer l'humidité, qui, étant un bon conducteur, abſorbe l'électricité, en la rendant à la maſſe totale du globe. Quant à la groſſeur de cette barre, M. Francklin penſe que 3 ou 4 lignes de diametre ſont ſuffiſantes.

Mais qui empêche de lui en donner 6, & même un pouce? Une barre de fer de 6 lignes ou un pouce de côté, & de 50 ou 60 pieds de longueur, n'eſt pas un objet bien coûteux.

Il y avoit déja en 1755 un grand nombre de maiſons ainſi garnies dans les colonies angloiſes de l'Amérique ſeptentrionale, ſur-tout dans la Penſylvanie, le Maryland, la Virginie, où le tonnerre eſt extrêmement fréquent, & frappe fort ſouvent les édifices. On ne diſconvient point que pluſieurs édifices garnis de pointes n'aient été frappés de la foudre; mais on a toujours obſervé en Amérique, 1° que ces maiſons l'étoient moins que les autres, & 2° que quand elles l'étoient, la foudre, au lieu d'y faire les ravages qu'elle cauſe dans les autres, ne faiſoit que s'écouler par le conducteur, & faire quelque impreſſion légere aux environs. Le plus ſouvent la pointe s'eſt trouvée fondue dans ces cas-là.

L'objet de ces barres pointues n'eſt pas en effet, comme on l'a cru d'abord en Europe, de dépouiller un nuage immenſe de ſon électricité, mais de fournir un conducteur ou un écoulement à cette électricité, lorſque, par un accident qu'on ne peut pas toujours éviter, un nuage fortement électriſé eſt porté contre un édifice.

Cet expédient a néanmoins trouvé, ſur-tout en France, de grands contradicteurs. Un des principaux, a toujours été le célebre abbé Nollet, rival de M. Francklin dans la théorie de l'électricité. Mais, il faut en convenir, rien de plus foible que les armes avec leſquelles le phyſicien François combat le philoſophe Américain. Ce ſont de pures aſſertions deſtituées de preuves, ou plutôt contraires à ce qui réſulte de diverſes ex-

périences. Suivant lui, ces pointes de fer ſont plus propres à attirer le tonnerre qu'à en préſerver; & ce n'eſt pas, dit-il, un projet raiſonnable pour un phyſicien, que d'épuiſer une nuée orageuſe du feu électrique qu'elle contient. Il ſuffit, pour répondre à ces aſſertions, de connoître les effets du tonnerre. Ils démontrent avec la plus grande évidence, que ſi les lieux où il eſt tombé euſſent été garnis de pointes communiquant à de bons conducteurs, tout ſe fût paſſé ſans la moindre exploſion.

Il eſt faux d'ailleurs, qu'une pointe attire le tonnerre ou la nuée orageuſe; car, au contraire, une pointe préſentée à un floccon de coton ſuſpendu au conducteur de la machine électrique, le repouſſe ſur le champ. Vaut-il donc mieux attendre qu'une nuée orageuſe, chargée d'électricité, & portée par le vent contre un bâtiment, faſſe exploſion avec lui, & y verſe tout-à-coup un déluge de fluide électrique, que de le dériver par degrés, à meſure que ce nuage approche, enſorte que, lorſqu'il en eſt à proximité, il en ſoit totalement privé? Quant à l'impoſſibilité de dépouiller un nuage de tout ſon feu électrique, on ne l'entend ni ne le prétend pas; on veut ſeulement fournir au fluide électrique verſé par le nuage orageux, un débouché facile. Or, quand on conſidere que preſque toutes les fois que la foudre eſt tombée quelque part, elle a ſuivi, ſans preſque faire de dommage, des conducteurs auſſi étroits qu'un fil de fer de ſonnette ou de renvois d'horloge, des dorures, &c; qu'elle n'a fait exploſion que quand ce chemin a été interrompu, on ne peut preſque douter qu'une barre d'un demi-pouce ou d'un pouce de diametre, ne donnât

paſſage à tout le fluide électrique que pourroit donner la foudre la mieux conditionnée.

Les pointes de fer, conſidérées comme conſervatrices des bâtiments contre la foudre, ont auſſi éprouvé des contradictions en Angleterre, de la part du fameux électricien M. Wilſon. Voici à quelle occaſion. Les moyens de M. Francklin, pour prévenir les effets de la foudre, ayant excité l'attention du gouvernement en 1772, la Société royale de Londres fut conſultée ſur les moyens de garantir les nouveaux magaſins à poudre de Purfleet. Elle nomma MM. Cavendish, Watſon, Francklin, Wilſon & Robertſon. Quatre de ces cinq commiſſaires furent d'avis de garnir le bâtiment de bons conducteurs terminés par des pointes aiguës. M. Wilſon fut ſeul d'avis de les terminer par des pointes émouſſées, & il refuſa de ſigner l'avis des quatre autres. Il eſt aiſé de voir que le motif de M. Wilſon fut la crainte que les pointes n'attiraſſent de trop loin le fluide électrique. M. Francklin tenta en vain de lui faire changer de ſentiment, par un écrit exprès, qui contient d'ingénieuſes & nouvelles expériences; mais il n'y réuſſit pas. Au reſte, les magaſins de Purfleet furent garnis, ſuivant l'avis de M. Francklin & des trois autres commiſſaires. J'ai ouï dire que M. Wilſon a écrit depuis peu contre, mais j'ignore ſes nouvelles obſervations.

XXIe EXPÉRIENCE.

De quelques Jeux fondés ſur l'attraction & la répulſion électriques : L'Araignée électrique, &c.

Figurez un petit morceau de liege ou de moëlle de ſureau en corps d'araignée, & attachez-y ſix

ou huit fils de coton ou de lin, de quelques lignes de longueur; ſuſpendez enſuite cette petite figure par un fil de ſoie à un crochet; placez enfin, d'un côté & de l'autre de cette araignée feinte, & à la même hauteur, le bouton d'une bouteille de Leyde chargée poſitivement, & celui d'une autre bouteille chargée négativement, ou ſimplement un bouton ſemblable non-électriſé, & communiquant à la maſſe générale des corps non-électriques : vous verrez cette figure d'abord portée vers le bouton électriſé, enſuite en être repouſſée; & comme les brins de fils eux-mêmes ſe repouſſent auſſi mutuellement, il ſemblera que l'araignée ouvre & étend ſes jambes pour embraſſer le ſecond bouton. Elle ne l'aura pas plutôt touché, qu'elle le ſemblera fuir; car, dépouillée de ſon électricité, elle ſera attirée par le premier, dont elle ſera enſuite repouſſée; & ce petit manege durera tant qu'il y aura un peu d'électricité dans la bouteille.

Un ſimple conducteur électriſé, tiendra lieu, ſi l'on veut, de la bouteille électriſée; & au lieu du bouton non-électriſé, on pourra préſenter le doigt : il ſemblera que l'araignée, après avoir touché le conducteur, vient ſe jeter ſur le doigt pour le ſaiſir & l'embraſſer de ſes jambes.

XXIIe EXPÉRIENCE.

La Roue & le Tournebroche électriques.

Faites une roue formée de huit ou dix rayons de verre, implantés dans un moyeu commun, qui aient 6 ou 8 pouces de longueur, & qui portent chacun à leur extrémité une balle de plomb.

Cette eſpece de roue doit être bien équilibrée ſur un eſſieu vertical & délié, tournant dans une crapaudine de verre, enſorte que l'effort le plus léger puiſſe la mettre en mouvement. Le bâtis ſur lequel elle porte, doit enfin être ſuſceptible d'être iſolé.

Ayez enſuite deux bouteilles chargées, l'une poſitivement, l'autre négativement; & ayant iſolé la roue ci-deſſus, placez ces deux bouteilles des deux côtés de la roue, enſorte que les balles puiſſent paſſer à un quart de pouce du bouton de chaque bouteille.

On conçoit maintenant que ſi cette petite machine eſt bien équilibrée, lorſqu'une des balles ſera à proximité d'un des boutons, par exemple celui qui répond à la bouteille chargée poſitivement, il en ſera attiré, & la machine tendra à tourner; la balle, en paſſant fort près de ce bouton, ſera électriſée poſitivement, & par conſéquent elle en ſera auſſi-tôt repouſſée.

Même choſe arrivera du côté de la bouteille dont l'intérieur ſera chargé négativement: la balle non-électriſée en ſera attirée, & en paſſant tout près, elle s'électriſera négativement; conſéquemment elle en ſera repouſſée auſſi-tôt après l'avoir dépaſſée.

Pareille choſe enfin arrivant à chacune des autres balles, il en réſultera un mouvement circulaire qui s'accélérera de plus en plus, & qui continuera tant que les deux bouteilles ſeront en état d'électricité. Mais il eſt facile de les y entretenir, en faiſant toucher au bouton de l'une celui d'une autre bouteille fortement chargée, & au bouton de l'autre le ventre de la même bouteille: cela les chargera

chargera chacune, l'une poſitivement, l'autre négativement.

Lorſque l'électricité eſt bien forte, & que cette machine eſt bien conſtruite & équilibrée, elle prend un mouvement capable de faire circuler un poids de quelques livres, enfilé à ſon eſſieu vertical.

Les électriciens de Philadelphie s'en ſont ſervis en forme de tournebroche, dans une partie dont l'objet étoit d'égayer un peu la philoſophie. Perſuadés apparemment qu'il faut que la Raiſon ſe ſauve quelquefois dans les bras de la Folie, ils ſe raſſemblerent ſur les bords de la Skuylkill, riviere qui baigne Philadelphie. Là ils tuerent un dindon par la commotion électrique; ils l'embrocherent au tournebroche électrique, & le firent rôtir à un feu allumé avec l'étincelle électrique; enfin ils burent à la ſanté des philoſophes tant Européens qu'Américains qui cultivoient l'électricité, non au bruit de la mouſquéterie, mais à celui des batteries électriques, déchargées à chaque ſanté. Voilà ce que M. Francklin, le premier des philoſophes électriciens, appelle le *repas électrique*.

XXIIIe EXPÉRIENCE.

Le Carillon & le Claveſſin électriques.

Suſpendez au conducteur de l'électricité, trois timbres à diſtances égales, d'environ un pouce, mais enſorte que les deux latéraux le ſoient par un cordon ou fil de matiere qui tranſmet l'électricité, & que celui du milieu le ſoit par un cordon de ſoie ou autre matiere électrique. Ce timbre du milieu doit en même temps communiquer au pavé par une petite chaîne ou fil métallique.

A diſtances égales entre ces trois timbres, ſoient encore ſuſpendus par des filets de ſoie, deux petits globes de métal, de maniere qu'en s'écartant à droite ou à gauche, ils puiſſent choquer les timbres.

Electriſez préſentement le conducteur ; vous verrez auſſi-tôt ces petits battans ſe mettre en mouvement, & choquer alternativement les timbres ; ce qui formera un petit carillon dont la cauſe ſeroit difficile à deviner, ſi l'on cachoit la machine électrique.

Il eſt facile d'appercevoir la cauſe de ce jeu continu ; car, par la conſtruction de cette petite machine, les deux timbres latéraux ſont électriſés auſſi-tôt que le globe électrique eſt mis en mouvement. Les petites boules pendantes entr'eux & celui du milieu, ſeront donc attirées par ces timbres, qu'elles n'auront pas plutôt touchés, qu'elles en ſeront repouſſées, étant électriſées comme eux : alors elles ſeront portées contre le timbre du milieu, qui, communiquant au pavé, les privera ſur le champ de leur électricité. Elles devront donc retomber vers les timbres électriſés, qui les attireront de nouveau ; & ce jeu ſe perpétuera tant qu'on continuera à faire agir la machine électrique.

REMARQUE.

D'APRÈS ce principe, on a imaginé ce qu'on appelle un *claveſſin électrique*. Voici une idée de cette petite machine ingénieuſe, dont l'invention eſt due au P. de la Borde, jéſuite, qui en donna la deſcription en 1759, dans un petit ouvrage particulier.

Qu'on conçoive une barre de fer portée ſur

des cordons de ſoie, & garnie de deux rangs de timbres, qui deux à deux ſont propres à rendre le même ſon; car il en faut deux pour chaque ton. L'un de ces timbres eſt ſuſpendu à la barre par un fil d'archal, enſorte que quand elle eſt électriſée, ce timbre l'eſt auſſi. L'autre n'eſt ſuſpendu que par un cordon de ſoie. Entre chaque paire de timbres pend une petite boule d'acier, ſuſpendue de cette premiere barre par un filet de ſoie.

Le timbre ſuſpendu de la barre d'en haut par le cordon de ſoie, porte un fil d'archal qui deſcend, & eſt arrêté par un autre cordon de ſoie. Son extrémité inférieure porte un petit levier, qui, dans ſa poſition ordinaire, repoſe ſur une autre barre iſolée, & communiquant, ainſi que la premiere, au conducteur de la machine.

Enfin, au deſſous de cette ſeconde barre eſt un clavier tellement diſpoſé, que quand on enfonce une de ſes touches, elle fait lever par ſon autre extrémité le petit levier correſpondant; ce qui intercepte la communication du timbre avec le conducteur électriſé, & en établit une avec la maſſe générale des corps terreſtres.

D'après cette deſcription, on concevra que, ſi l'on enfonce une touche pendant que la machine électrique eſt en mouvement, un des timbres étant déſélectriſé, la balle d'acier ſe portera ſur le champ vers l'autre, en ſera électriſée, repouſſée contre le premier qui abſorbe ſon électricité; ainſi elle reviendra contre l'autre. Ce mouvement s'exécute en effet avec beaucoup de viteſſe, & il en réſulte un ſon ondulé, & reſſemblant au tremblement de l'orgue. Le levier retombe-t-il, les deux timbres ſe trouvent également

électriſés, & dans un inſtant la balle d'acier s'arrête.

Le P. de la Borde ayant exécuté cette mécanique, étoit venu à bout de jouer avec aſſez de propreté des airs ſimples; mais tout cela valoit-il bien la peine d'en faire l'objet d'un ouvrage à part, puiſque ni la muſique, ni la théorie de l'électricité, n'en recevoient aucun avancement?

XXIVe EXPÉRIENCE.

Les Chevaux électriques ſe pourſuivants; ou *le Manege électrique.*

Préparez avec deux petites lames ou deux petits fils de fer, une eſpece de croix, avec une chape de cuivre à ſon centre, comme ſeroient deux aiguilles de bouſſole qui ſe couperoient à angles droits ſur une chape commune. Les bouts de ces quatre branches doivent être terminés en pointe, & repliés par leurs extrémités un peu moins qu'à angles droits, de la grandeur d'un pouce, plus ou moins, ſuivant la grandeur de la machine. Sur ces bouts de fer recourbés, placez un petit plateau de carton fort léger, ſur lequel vous ajouterez des figures de chevaux, de maniere qu'ils tournent la croupe du côté de la pointe. Enfin que le tout ſoit diſpoſé ſur une pointe d'acier élevée perpendiculairement, enſorte que cette croix avec ſa charge ſe tienne horizontalement, & ait un mouvement de rotation extrêmement facile.

Cela fait, ayant iſolé la machine & ſon plateau, faites communiquer ce dernier ou la pointe d'acier avec le conducteur électriſé; bientôt vous

verrez ces quatre branches de fer prendre comme d'elles-mêmes un mouvement de rotation en ſens contraire de celui où leurs extrémités ſont recourbées, enſorte que les quatre chevaux ſembleront ſe pourſuivre dans un manege circulaire; & ce jeu durera tant que durera l'électricité, & même au-delà, à cauſe du mouvement acquis.

Si l'expérience ſe fait dans l'obſcurité, & ſans cette petite cavalerie, c'eſt-à-dire ſeulement avec les quatre pointes, vous en verrez ſortir des aigrettes de lumiere ou de feu électrique; ce qui formera un ſpectacle fort agréable, car il en réſultera comme un ruban circulaire de feu, que l'on pourra rendre plus large en donnant des longueurs inégales aux branches de cette croix.

On pourroit établir ainſi pluſieurs rangs de fils en croix, qui iroient en diminuant, & par ce moyen on formeroit une pyramide lumineuſe.

La cauſe de ce mouvement, en apparence ſpontanée, eſt aiſée à appercevoir. C'eſt le choc de l'effluence électrique qui ſe fait par les pointes, & qui rencontrant l'air, en éprouve une réaction qui la repouſſe en arriere.

REMARQUE.

ON a prétendu tirer de cette expérience une difficulté aſſez forte contre l'hypotheſe de M. Francklin; car, ſoit qu'on électriſe poſitivement ou négativement cette petite machine, le mouvement s'en fait dans le même ſens; ce qui a même fort étonné des Franckliniens décidés. Quant à nous, cette objection ne nous frappe guere; car il nous ſemble qu'on peut dire que, dans le cas de l'électricité négative, le fluide électrique qui ſe précipite dans les pointes, ne peut

s'y engouffrer ſans leur imprimer une impulſion qui agit préciſément dans le même ſens que la répulſion qu'éprouve le fluide électrique en ſortant, lorſque les pointes ſont électriſées poſitivement.

XXVe EXPÉRIENCE.

Faire paroître tout-à-coup une écriture en caracteres de feu, par le moyen de l'électricité.

Ce jeu électrique eſt fondé ſur cette obſervation connue de tout le monde, ſçavoir, que ſi l'on a pluſieurs filets métalliques, diſpoſés enſemble de maniere que leurs bouts, ſans ſe toucher, ſoient très-voiſins, comme à une ligne ou une demi-ligne, lorſqu'on électriſe le premier, pendant que le dernier communique à la maſſe des corps non-électriques, il ſe fait des étincelles continuelles entre les bouts de ces fils métalliques.

Pareille choſe arrive, ſi le dernier de ces fils eſt terminé en pointe; car, perdant par-là ſon électricité, il faut qu'il en afflue ſans ceſſe de nouvelle, & cela ne ſe peut faire que par une étincelle dans chacun des petits intervalles qui ſéparent les bouts des fils.

Cela étant entendu, l'on ſent que l'on produiroit une file d'étincelles formant un deſſin quelconque, (à quelques limitations près qu'on verra,) en rangeant des fils de fer le long des linéaments de ce deſſin. Alors, en touchant le dernier des fils avec le doigt, ou, ce qui ſera encore mieux, avec la garniture extérieure de la bouteille de Leyde, il ſe formeroit tout à-la-fois, dans les intervalles de ces fils, des étincelles repréſentant le contour du deſſin.

Mais comme ceci auroit des difficultés, on l'exécutera plus facilement ainſi. Il faut prendre une de ces feuilles d'étain battues & n'ayant que l'épaiſſeur d'un papier; on la découpera en petits quarrés d'une ligne ou une demi-ligne de côté, ou en forme de rhombe un peu alongé; on deſſinera enſuite ſur un papier les lettres qu'on veut exprimer; & ayant mis une lame de glace, d'une ligne environ d'épaiſſeur, ſur ce deſſin, on collera ſur cette glace les petits quarrés ou rhombes décrits ci-deſſus, ſelon les contours du deſſin, en faiſant enſorte que les angles regardent les angles, & ſoient éloignés les uns des autres d'environ une demi-ligne, comme l'on voit dans le deſſin de la lettre S, *fig. 44*; on lie enſuite l'extrémité d'une lettre avec le commencement de la ſuivante, par une petite lame circonflexe du même métal, terminée de côté & d'autre en pointe, comme on le voit dans la même figure; enfin une petite lame ſemblable au commencement de la premiere lettre & une autre du bout de la derniere va au bord de la même glace & au-delà. Pl. 8, fig. 44.

Préſentement, ſuppoſons que la premiere de ces petites lames communique au conducteur électriſé, & que l'on vienne toucher la ſeconde, ou au contraire, chaque angle des petits quarrés portera le feu électrique par une étincelle à ſon voiſin; & ſi l'expérience ſe fait dans l'obſcurité, on appercevra ces deux lettres deſſinées par une ſuite d'étincelles de feu.

Si la derniere lame communique à une maſſe de corps non-électriques, & que l'électricité ſoit forte, il ſe fera entre chaque quarré une exploſion qui rendra permanente cette écriture lumineuſe.

REMARQUE.

MAIS il faut obſerver que toutes les lettres de l'alphabet ne peuvent pas ſe repréſenter d'une maniere auſſi ſimple que les deux que nous venons de donner en exemple. Ainſi l'O ne ſe repréſenteroit point par ce moyen ; le fluide électrique, au lieu de faire le tour, ſauteroit du premier au dernier quarré. De même l'A reſteroit tronqué de ſa partie ſupérieure, le fluide électrique paſſant par la traverſe. Il faut donc un artifice particulier pour obvier à cet inconvénient, qui ſe rencontre dans un grand nombre d'autres lettres, comme l'E, l'F, l'H, &c.

Cet artifice conſiſte à écrire une moitié de la lettre ſur un côté du verre, & l'autre moitié ſur l'autre, & à les faire communiquer enſemble par une petite bande métallique, qui, en paſſant du deſſus au deſſous du verre, porte le feu électrique du dernier quarré de la premiere moitié de l'O, par exemple, au premier quarré de la ſeconde moitié de la même lettre ; enſuite on joint, par une ſemblable bande, le dernier quarré de cette ſeconde moitié, avec le premier quarré de la lettre ſuivante. En examinant attentivement la *fig. 45*, on reconnoîtra facilement ce mécaniſme. Les lettres ou parties de lettres repréſentées ſur le côté de deſſus du verre, ſont ombrées fortement, & celles de deſſous légérement. La propagation du feu électrique étant comme inſtantanée, il ne s'enſuivra de ces renvois aucun inconvénient pour l'effet.

Pl. 8, fig. 45.

Il eſt aiſé de voir combien un pareil artifice auroit pu, dans des temps d'ignorance, contribuer à jeter la terreur dans les eſprits. Si une foule

d'hommes raſſemblés dans un lieu obſcur, après un grand coup de tonnerre, voyoient écrit contre les murailles un ordre, une déciſion prétendue de la divinité, de quoi ne ſeroient-ils pas capables ! à quel point de fanatiſme ne les conduiroit-on pas ! De quelle terreur ne ſeroit pas frappé un homme qui, s'éveillant en ſurſaut, verroit écrit contre ſa glace, *Tu mourras aujourd'hui !*

XXVIe EXPÉRIENCE.

Feu d'Artifice électrique.

Voici un nouveau genre de ſpectacle, dont nous n'oſons cependant abſolument garantir la réuſſite; mais nous ſommes fort portés à penſer que notre idée eſt ſuſceptible d'exécution.

Un ſpectacle d'artifice eſt ordinairement compoſé d'une décoration immobile, conſiſtante en un édifice analogue au ſujet, & diverſes pieces de feu, mobiles ou immobiles, telles que fuſées, gerbes, caſcades, ſoleils fixes ou tournants, étoiles, pyramides ou colonnes, ſoit fixes, ſoit mobiles. Or il n'y a aucune de ces pieces d'artifice qui ne puiſſe être, à ce que nous croyons, repréſentée par des feux purement électriques.

Prenons d'abord pour exemple une décoration d'architecture. On la repréſente en illumination par des files de lampions qui en tracent les principaux membres : ne peut-on pas, au lieu de ces lampions, leur ſubſtituer des files de points rendus lumineux par l'électricité ? L'expérience précédente en fournit le moyen; car, puiſque l'on peut rendre apparentes des lettres dont les contours ſont bien plus compoſés, par une ſuite de

pareils points, à plus forte raiſon pourra-t-on rendre apparentes des lignes pour la plupart droites & paralleles, ou perpendiculaires entr'elles, en y employant les précautions indiquées dans l'expoſé de cette expérience. Mais voici un autre moyen.

Sur une planche de bois réſineux, fort ſec & bien plané, tracez le deſſin de votre décoration, & marquez par des points les endroits où vous placeriez des lampions, ſi vous exécutiez cette décoration en illumination; placez à chacun de ces points un fil de fer d'une ou deux lignes de hauteur, & terminé en dehors par une pointe déliée & fort aiguë; faites enfin communiquer tous ces fils par un fil de fer continu qui les embraſſe. Si vous excitez une électricité puiſſante, il n'y a nul lieu de douter que chacune de ces pointes ne donne dans l'obſcurité une petite gerbe lumineuſe; ce qui tracera le deſſin de votre décoration architecturale: car on ſçait qu'une barre de fer fortement électriſée, jette dans les ténebres, de tous ſes angles, de fortes gerbes de lumiere, quelquefois de pluſieurs pouces de longueur.

Pour repréſenter une gerbe de feu, rien de plus facile; un groupe de fils de fer terminés en pointes, donnera un aſſemblage de petites gerbes qui en formeront une conſidérable.

Si l'on veut repréſenter un ſoleil fixe, dix ou douze pointes, diſpoſées en forme de rayons, à l'extrémité d'un fil de fer terminé en bouton, donneront un ſoleil fixe; & ſi ces douze pointes ſont diſpoſées de la maniere convenable, elles pourront, par leur émanation électrique, former une étoile: il n'y aura qu'à les diſpoſer comme l'on

fait des fuſées dans l'artifice ordinaire pour repréſenter la même choſe.

Rangez maintenant pluſieurs fils de fer terminés en pointe, & communiquants à une tige commune en forme de demi-cercle, & dans une direction inclinée à l'horizon; ils formeront une caſcade, par les gerbes électriques qui ſortiront de ces pointes.

Voulez-vous avoir l'image d'un ſoleil tournant, il faudra pour cela former une croix ſemblable à celle de l'expérience 24e; mais, au lieu de la faire tourner ſur un axe vertical, il faudra la mettre parfaitement en équilibre ſur un axe horizontal: les gerbes lumineuſes qui ſortiront des pointes recourbées, formeront ou un ruban circulaire de feu, ſi le mouvement eſt rapide, ou quelque choſe d'aſſez reſſemblant à un ſoleil.

Enfin, ce qui pourra donner à ce petit ſpectacle un air de réalité, c'eſt qu'il eſt poſſible de l'accompagner d'un bruit de batterie électrique, qui donnera l'idée des marrons & ſauciſſons dont la décharge accompagne d'ordinaire les autres pieces d'artifice, ſinon continuellement, du moins d'intervalle en intervalle. Cela ſe pourroit faire par le moyen de petites batteries électriques qu'on déchargeroit ſucceſſivement & par partie.

Tout ceci, nous le répétons, n'eſt encore qu'une idée qui a beſoin d'être ſoumiſe à l'expérience; mais je crois qu'un artiſte ingénieux pourroit en tirer parti. On ſent, au reſte, aiſément qu'il faudroit une électricité vigoureuſe. Mais ce qu'une machine électrique ne pourroit pas faire, deux, trois, quatre, le feroient probablement.

XXVIIe EXPÉRIENCE.

Sur l'Electricité de la Soie.

Voici d'autres expériences bien ſingulieres, dont l'auteur eſt M. Symmer, qui les publia en 1759, dans les *Tranſactions Philoſophiques* de cette année.

1. Dans un temps extrêmement froid & ſec, par un beau vent de nord ou de nord-eſt, prenez, après les avoir bien chauffés, deux bas de ſoie neufs, l'un blanc, l'autre noir, ſur la même jambe: l'action ſeule de les mettre les électriſera. Tirez-les enſuite l'un dans l'autre, en les faiſant gliſſer tous les deux à-la-fois ſur la jambe; vous les trouverez alors électriſés au point d'adhérer mutuellement, avec une force plus ou moins grande. Il eſt arrivé à M. Symmer de les voir ſoutenir ainſi un poids égal à ſoixante fois au moins le poids de l'un d'eux.

2. Retirez-les l'un de dedans l'autre, en tirant l'un par le talon, l'autre par l'ouverture, ils reſteront électriſés, & l'on verra avec étonnement chacun d'eux ſe renfler de maniere à repréſenter le volume de la jambe.

3. Maintenant préſentez un de ces bas à l'autre à quelque diſtance; vous les verrez ſe précipiter l'un ſur l'autre, s'applatir, & adhérer enſemble avec une force de pluſieurs onces.

4. Mais ſi vous faites cette expérience ſur deux paires de bas combinés de la même maniere, blanc contre noir, & que vous préſentiez le bas blanc au bas blanc, le noir au noir, ils ſe repouſſeront mutuellement. Préſentez enſuite le noir au blanc, ils s'attireront & ſe joindront, ou ten-

dront à ſe joindre, comme dans la 3e expérience.

5. On peut charger la bouteille de Leyde avec ces bas.

Il paroît réſulter de-là, que la ſoie frottée contre la ſoie, peut s'électriſer; mais il faut pour cela que l'une des deux ait une préparation que l'autre n'a pas; car deux bas blancs ou deux bas noirs l'un ſur l'autre, ne s'électriſent nullement. Ce n'eſt pas, au reſte, le noir en tant que noir, oppoſé au blanc comme blanc, qui produit cet effet. M. l'abbé Nollet a fait voir que cette préparation, étoit l'engallage qui précede la teinture en noir; car deux rubans blancs, dont l'un des deux ſeulement eſt engallé, étant frottés convenablement l'un ſur l'autre, produiſent les mêmes phénomenes d'adhérence, d'attraction, de répulſion. Il n'y a nul doute que ce ne fût la même choſe pour les bas.

Les partiſans de la doctrine de M. Francklin ſur l'électricité, n'auront pas de peine à expliquer les autres phénomenes qu'on a expoſés. Chacun des bas eſt électriſé d'une maniere différente, l'un poſitivement, l'autre négativement; il paroît que c'eſt le blanc qui l'eſt poſitivement ou à la maniere du verre. L'enflure remarquée dans chacun des bas iſolés, n'eſt donc que l'effet de la répulſion entre des corps ſemblablement électriſés; car toutes les parties du même bas ont reçu la même électricité. Par la même raiſon, deux bas de la même couleur ſe repouſſent néceſſairement.

Mais ſi l'on préſente un bas noir au bas blanc, comme leurs électricités ſont différentes, les deux corps s'attirent; phénomene connu, & ſinon gé-

néral, du moins preſque immanquable entre deux corps électriſés, l'un poſitivement, l'autre négativement, ou l'un à la maniere du verre, l'autre à celle du ſoufre.

Un phénomene fort remarquable ici, c'eſt que deux corps électriſés, l'un poſitivement, l'autre négativement, ſelon le langage des Franckliniens, puiſſent s'appliquer l'un contre l'autre, ſans que leurs électricités s'anéantiſſent. M. Symmer le remarque avec étonnement; & cela l'engage à s'écarter de la doctrine francklinienne, en en donnant des raiſons qui, comme le remarque M. l'abbé Nollet, le rapprochent beaucoup de l'explication de ce dernier.

Au reſte, on a depuis remarqué, que deux ſurfaces de corps électriques, électriſées l'une poſitivement, l'autre négativement, s'appliquent très-bien l'une à l'autre ſans détruire leurs électricités. C'eſt-là le principe de l'électrophore, nouvel inſtrument électrique, imaginé ces dernieres années. Il y a plus, c'eſt que ces deux ſurfaces appliquées de cette maniere, retiennent beaucoup plus long-temps leurs électricités; mais elles ne ſe manifeſtent que quand elles ſont ſéparées. L'électricité eſt une mine qui plus on la creuſe, plus elle préſente des choſes inexplicables. Comment expliquer cela ſelon la théorie de M. Francklin? Je n'en ſçais rien; & quoique penchant vers elle, je ne l'entreprends pas.

XXVIIIe EXPÉRIENCE,

Qui prouve que l'Electricité accélere le cours des fluides.

Ayez un tuyau; ou capillaire, ou terminé par

une ouverture assez étroite pour que l'eau, coulant par cette ouverture, ne puisse le faire que goutte à goutte. Electrisez cette eau; vous la verrez aussi-tôt couler par un jet continu.

REMARQUE

Sur les conséquences de cette Expérience, & sur les guérisons opérées ou prétendues opérées par l'Electricité.

C'est probablement cette expérience qui a donné lieu d'appliquer l'électricité à la médecine; car il étoit assez naturel de raisonner ainsi: puisque l'électricité accélere le cours des fluides, il est vraisemblable qu'elle accélérera celui du sang & du fluide nerveux dans les animaux. Or il y a certaines maladies qui paroissent n'être qu'une suite de l'engorgement du fluide nerveux, telle que la paralysie, & diverses maladies qui tiennent à cette cause, comme la surdité, la cécité, &c: conséquemment l'électricité, en accélérant soit le cours du sang, soit celui du fluide nerveux, pourra forcer cet engorgement; ce qui opérera la guérison de la maladie.

On a donc commencé à électriser des malades attaqués de paralysie; & il faut convenir, attendu les témoignages de personnes exemptes de toute suspicion, comme M. Jallabert de Geneve, & autres, que ce n'a pas été sans quelque succès. Il est certain que ce célebre professeur & citoyen de Geneve a, sinon guéri radicalement, du moins extrêmement soulagé, entr'autres paralytiques, le nommé Noguez. Cet homme qui ne pouvoit lever le bras, fut, après trois mois d'électrisation, en état de lever un marteau.

Cette annonce, publiée dans les journaux, fit, comme on le penſe bien, un grand bruit; & l'on vit dans l'Europe une foule d'électriciens entreprendre la guériſon des paralytiques, des ſourds, des aveugles, &c. On a un recueil en trois volumes, donné par M. Sauvages, non de ces guériſons, car il y en a eu peu qui puiſſent porter ce nom, mais des progrès de l'électriſation. Il y en a eu néanmoins quelques-unes d'aſſez bien conſtatées; telle eſt en particulier celle d'un jeune homme de Colcheſter, à qui M. Wilſon rendit la vue qu'il avoit perdue à la ſuite d'une fievre violente. A l'égard de la plus grande partie des autres, le traitement a été inutile & ſans effet.

On ne peut cependant diſconvenir que, dans les commencements de l'électriſation, les malades n'éprouvent ordinairement quelque amélioration. Les paralytiques reſſentent dans la partie paralyſée, de la chaleur, des picotements, qui ſemblent annoncer un retour de ſentiment; les aveugles voient quelquefois des étincelles de lumiere. Mais, en général, tout ſe borne là; & ces commencements, qui ſemblent annoncer le plus grand ſuccès, n'ont pas de ſuite.

Quelques philoſophes Italiens ont bien prétendu quelque choſe de plus merveilleux. On annonça vers 1750, à Padoue, que l'électricité exaltoit & atténuoit les odeurs, au point qu'elles paſſoient à travers le verre; que des drogues purgatives, ſoigneuſement & hermétiquement cloſes dans un vaſe, purgeoient celui à qui on le faiſoit tenir dans la main pendant qu'on électriſoit le vaſe. C'eût été aſſurément une belle découverte pour la médecine; mais malheureuſement cette prétendue découverte, annoncée avec aſſez d'emphaſe,

phaſe à toute l'Europe, s'eſt évanouie aux yeux éclairés de M. l'abbé Nollet, qui fit, en partie pour cet objet, le voyage de l'Italie. Il trouva qu'il y avoit au moins de la précipitation & du mal-entendu dans toutes ces brillantes annonces qu'on ne put réaliſer devant lui. Ayant lui-même réitéré l'expérience pluſieurs fois dans ſon cabinet, il n'a jamais trouvé que l'odeur la plus pénétrante paſsât à travers les pores d'un verre véritablement clos, ſoit électriſé, ſoit non électriſé, non plus que les émanations purgatives de la caſſe, & de la rhubarbe.

M. le Roy, un des philoſophes François qui ont cultivé avec le plus de ſoin cette branche de la phyſique, a été conduit à eſſayer les effets de l'électricité ſur quelques ſujets, dont le premier étoit attaqué d'une hémiplégie depuis trois ans; le ſecond, d'une goutte-ſereine; & les autres, de ſurdité. De fréquentes commotions, données à travers les parties paralyſées du premier, ſemblerent d'abord ranimer le ſentiment: le malade ſua beaucoup, ce que tous les remedes adminiſtrés par ſon médecin n'avoient pu lui procurer. Après quatre ou cinq mois d'électriſation, le ſentiment & le mouvement revinrent aux doigts paralyſés, & le malade put ſaiſir un verre, le porter à ſa bouche, élever même un poids de 40 à 50 livres; mais cette guériſon ébauchée fut tout ce qu'il put obtenir; & après quatre autres mois continus d'électriſation, le malade n'étant pas mieux, il prit le parti de ceſſer un traitement inutile.

L'aveugle ne donna pas à M. le Roy plus de ſatisfaction, quoique, pour déſobſtruer le nerf optique, il eût imaginé une armure au moyen de laquelle il lui donnoit au travers de la tête des

commotions ménagées. Il appercevoit une flamme au moment de l'exploſion électrique à travers ſa tête. Une autre fois il apperçut des fantômes d'objets. Mais après quelques mois de traitement, il ſe dégoûta comme le premier d'un remede inutile.

Enfin les malades attaqués de ſurdité, ne furent pas plus heureux. M. le Roy dirigeoit le fluide électrique d'une oreille à l'autre. Chaque commotion ſe faiſoit reſſentir dans la tête par un bruit apparent, que l'un d'eux comparoit à tous les pétards de la Grêve. Mais les nerfs auditifs ne furent pas déſengorgés, ni la ſurdité diſſipée. On voit l'hiſtoire de ces traitements dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1755.

J'ai lu quelque part, dans les *Tranſactions Philoſophiques*, qu'on avoit guéri une fievre intermittente par l'électricité. Cela ne ſeroit pas impoſſible, attendu que l'électricité, accélérant le mouvement des fluides, paroît être tonique.

On a vu à Paris, il y a quelques années, un chanoine de Perpignan, M. l'abbé Sans, annoncer beaucoup de guériſons opérées dans ſon pays par l'électricité. Il les a publiées dans un ouvrage exprès, revêtues de toutes ſortes de certificats. Mais je l'ai vu opérer inutilement ſur M. de la Condamine, attaqué d'une inſenſibilité parfaite dans la moitié du corps, & d'une ſurdité profonde. Il eſt vrai que cette double infirmité étoit déja enracinée depuis long-temps, & il y auroit de l'injuſtice à exiger des ſuccès, en opérant ſur des maladies de cette nature; mais je n'ai pas ouï dire que cet électricien ait eu d'autres ſuccès marqués à Paris.

Pour nous réſumer, il nous paroît que l'on a

d'abord conçu trop d'eſpérance de l'électricité appliquée aux maladies ci-deſſus, mais que cependant elle n'eſt pas abſolument ſans effet; & que, dans des maladies récentes, il ne ſeroit pas mal de tenter ſon application. Les rhumatiſmes ſont celles qui, ſuivant M. le Roy, ont été les moins rebelles à ce remede; & c'eſt peut-être en rétabliſſant la tranſpiration qu'il a agi. Il a procuré des ſueurs copieuſes à la plupart des malades; enfin l'on ne peut douter qu'il n'occaſionne dans le corps humain un orgaſme univerſel, qui pourroit, dans quelques circonſtances, être critique & avantageux.

XXIXe EXPÉRIENCE.

De l'Electricité naturelle & animale.

Prenez dans un temps très-froid un chat, paſſez-lui la main ſur le dos à rebrouſſe-poil & à différentes repriſes: vous en tirerez ſouvent des étincelles très-vives & qui pétilleront.

Il n'y a nul doute que ſi l'animal étoit ſur un ſupport électrique ou iſolé, on ne pût communiquer cette électricité à un conducteur, comme celle qu'on excite par le frottement d'un globe ou d'un plateau de verre.

REMARQUE.

CE n'eſt pas ſeulement l'animal dont on vient de parler qui préſente par le frottement les phénomenes électriques: les hommes même, dans certaines circonſtances, jettent auſſi des étincelles qui ſont abſolument de la même nature. Il n'eſt perſonne à qui cela ne ſoit arrivé quelquefois. C'eſt dans les hivers très-froids, & après

s'être bien chauffé, qu'on éprouve ce phénomene. Si alors on tente de quitter ſa chemiſe dans l'obſcurité, il en ſortira ſouvent des étincelles plus ou moins vives, & accompagnées d'un bruiſſement ſenſible. Il y a des perſonnes qui, par un tempérament particulier, ſont plus ſujettes à ce ſymptôme que d'autres. Ce ſont probablement les perſonnes très-velues; car le poil étant d'une nature approchante de celle de la ſoie, eſt électrique par frottement; & c'eſt, ſelon les apparences, le frottement des linges ſecs & échauffés contre le poil ſec & échauffé lui-même, qui produit cette électricité & les étincelles qui l'accompagnent.

On claſſoit autrefois ces feux parmi les feux phoſphoriques; mais depuis les découvertes nouvelles ſur l'électricité, il n'y a nul doute que ce ne ſoit un pur phénomene électrique.

Il nous auroit été facile de groſſir beaucoup davantage cette partie des *Récréations Phyſiques*, en y faiſant entrer un grand nombre d'autres expériences curieuſes, ſurprenantes, & inexplicables dans toute théorie de l'électricité; mais nous ſommes obligés de nous contenir dans des limites étroites; c'eſt pourquoi nous allons nous borner à faire connoître ici les principaux livres où l'on peut s'inſtruire à fond de cette matiere. De ce genre ſont l'*Eſſai ſur l'Electricité*, de M. l'abbé Nollet, & ſur-tout ſon livre intitulé, *Recherches ſur les Cauſes particulieres des Phénomenes électriques, & ſur les Effets nuiſibles ou avantageux qu'on peut en attendre;* Paris 1754, in-12, nouv. édit.; ouvrages auxquels on peut joindre ſes *Lettres ſur l'Electricité*, 3 vol. in-12. En effet, quoique la théorie Franklinienne paroiſſe avoir en général

beaucoup plus de partiſans que celle de M. l'abbé Nollet, on ne peut refuſer à ce phyſicien d'avoir cultivé avec le plus grand ſuccès le champ de l'électricité. Ajoutez à cela divers mémoires du même auteur, dans leſquels il diſcute la théorie de M. Francklin, imprimés dans les *Mémoires de l'Académie*, ann. 1755 & 1760, &c.; les *Recherches ſur les Mouvements de la Matiere électrique*, par M. Dutour, in-12, 1760; vous aurez ce qu'il y a de meilleur parmi les écrits qui défendent ou amplifient la théorie du phyſicien François.

La théorie Francklinienne a été pour la premiere fois expoſée en France, dans le livre intitulé, *Expériences & Obſervations ſur l'Electricité, faites à Philadelphie en Amérique*, par M. Benjamin Francklin, ouvrage traduit de l'anglois, Paris 1756, 2 vol. On a depuis vu paroître une édition des œuvres de M. Francklin, en 2 vol. in-4°, dans le premier deſquels ſe trouvent toutes ces expériences, & une multitude d'autres choſes intéreſſantes ſur l'électricité. Ce ſont les livres dans leſquels on peut le plus facilement s'inſtruire de cette théorie. On doit y ajouter divers mémoires de M. le Roy, un des principaux partiſans de M. Francklin, qui ſont inſérés dans les *Mémoires de l'Académie*, ann. 1754, &c. Un ouvrage encore très-intéreſſant à cet égard, c'eſt le livre du P. Beccaria, intitulé, *dell' Elettriciſmo naturale è artificiale*, qui parut en 1759 à Turin, in-4°. Il contient des expériences très-preſſantes pour la théorie Francklinienne, & un grand nombre d'obſervations neuves ſur l'électricité des nuages. N'oublions pas de dire ici, que le P. Beccaria eſt un des phyſiciens qui ont le plus heureuſement cultivé l'électricité, & qu'il a découvert

une foule de phénomenes nouveaux & très-extraordinaires. Il y a enfin dans les *Tranſactions Philoſophiques* des dernieres années, un grand nombre de mémoires curieux ſur divers phénomenes de l'électricité, qui ſont l'ouvrage de MM. Nairne, le docteur Lind, Wilſon, Walſon, &c. mais il ſeroit trop long de les indiquer.

On publia en 1752 une *Hiſtoire de l'Electricité*, en 3 petits vol. in-12; ouvrage rempli de mauvaiſes plaiſanteries, & de ſarcaſmes du plus mauvais ton : il raſſemble d'ailleurs aſſez bien tout ce qui avoit été fait ou dit avant cette époque. Mais, depuis ce temps, M. Prieſtley, un des meilleurs phyſiciens de l'Angleterre, a donné une nouvelle *Hiſtoire de l'Electricité*, qui eſt beaucoup meilleure & plus inſtructive. Elle a paru traduite en françois ſous ce titre en 1771, Paris, 3 vol. in-12.

RÉCRÉATIONS MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

QUATORZIEME PARTIE.

CHIMIE.

IL ne faut qu'être initié dans la chimie, pour concevoir de cette ſcience une idée bien différente de celle qu'en a le vulgaire. Pour le commun des hommes, la chimie n'eſt que l'art chimérique de la tranſmutation des métaux, ou tout au plus celui de produire quelques phénomenes extraordinaires, plus curieux qu'utiles; mais aux yeux du phyſicien qui la connoît, c'eſt de toutes les parties de la phyſique la plus étendue & la plus intéreſſante. Nous le diſons même hardiment, nous ne ſçavons ſi l'on peut légitimement donner le nom de grand phyſicien à celui qui n'eſt point

éclairé du flambeau de la chimie ; du moins eſt-il certain que ſi l'on peut ſans elle rendre compte de certains phénomenes de la nature, comme les mouvements des corps céleſtes, les effets de la peſanteur de l'air, &c. il y en a un nombre incomparablement plus grand, dont la chimie ſeule peut donner l'explication. La chimie en effet n'eſt pas moins étendue que la nature même ; les animaux, les végétaux, les minéraux, ſont de ſon reſſort ; c'eſt elle qui les analyſe, combine leurs principes, examine les phénomenes qui en réſultent, & pénetre par-là plus intimement dans leur nature. De-là découlent une multitude d'uſages utiles, & tels, qu'on peut dire qu'une foule d'arts ne ſont autre choſe qu'une application continuelle de la chimie : tels ſont l'art de la verrerie, de la teinture, de la métallurgie, &c. Le dirai-je enfin ? les arts les plus communs & les plus néceſſaires à l'homme, ne ſont ſouvent que des procédés chimiques ; tel eſt, par exemple, celui du lavandier, dont à la vérité ne ſe doute guere celui qui le pratique, mais qui n'en eſt pas moins une opération dont la chimie ſeule peut rendre raiſon. Cette raiſon eſt la propriété qu'ont les alkalis fixes de rendre les matieres graſſes ſolubles dans l'eau, en formant avec elles un ſavon. Celui qui ſçait que l'une des premieres opérations de cet art eſt de faire tremper les linges dans une forte leſſive de cendres de bois neuf, qui contiennent l'alkali fixe, concevront la juſteſſe de ce que nous avons avancé. Nous en donnerons dans cette partie de notre ouvrage d'autres exemples remarquables.

La chimie eſt auſſi de toutes les parties de la phyſique celle qui offre les phénomenes les plus étranges & les plus curieux. Qui ne ſera étonné

de voir de la limaille de fer plongée dans un fluide froid comme elle, y exciter tout-à-coup une ébullition violente, & des vapeurs ſuſceptibles d'inflammation? Peut-on voir enſuite, ſans admirer les opérations de la nature, ce métal ſi ſolide détruit en quelque ſorte par ce fluide, & uni avec lui au point de le ſuivre à travers les filtres les plus étroits? Qui ne s'émerveillera en voyant une autre liqueur limpide, diſſoudre tout-à-coup cette union, & faire tomber le fer au fond du vaſe en pouſſiere impalpable? Il ſeroit ſuperflu & exceſſivement prolixe de faire ici une énumération de ces phénomenes, puiſque nous allons en faire connoître plus au long les principaux & les plus remarquables. Mais, avant tout, il eſt néceſſaire de donner une idée des principales ſubſtances qui ſont les agents de ces opérations.

ARTICLE PREMIER

Des Sels.

ON appelle *ſels*, ou *matieres ſalines*, toutes celles qui plongées dans l'eau, ou expoſées à un air humide, ſe réſolvent d'elles-mêmes en liqueurs. On en a un exemple dans le ſel marin, ſi connu de tout le monde, le nitre ou ſalpêtre, l'alun, le vitriol, le tartre, le ſel ammoniac, &c. Qu'on les plonge dans l'eau, on ſçait qu'ils y diſparoîtront en ſe mêlant intimement à toute la liqueur. Voilà ce qu'on appelle une *ſolution* ou *diſſolution*.

Les ſels exigent, ſuivant leur nature, une quan-

tité plus ou moins grande d'eau, pour ſe diſſoudre entiérement. Le ſel marin exige deux fois ſon poids d'eau pour ſe diſſoudre entiérement ; l'alun, douze fois ſon poids ; la ſélénite, ſix à ſept cents fois, &c.

Il y a des ſels acides, des alkalis, des neutres. Nous allons les décrire, & faire connoître leurs propriétés principales.

§. I. *Des Acides.*

Nous ne dirons pas, avec l'auteur du *Dictionnaire de Phyſique portatif**, & à la ſuite de quelques anciens chimiſtes, qu'un acide eſt formé de particules longues, aiguës & tranchantes, car rien n'eſt moins fondé ; & avec une pareille définition, on ne diſtingueroit pas dans une boutique d'apothicaire un acide d'un alkali ou d'un ſel neutre. Voici quelque choſe de plus précis.

Un acide eſt un ſel ordinairement ſous la forme liquide, dont la propriété tactile au goût, eſt de faire ſur la langue une impreſſion d'aigreur & de fraîcheur. Cette déſignation eſt ſuffiſante, car il n'eſt perſonne qui n'ait une idée diſtincte de la ſaveur aigre. Cependant, s'il y avoit ſur

---

* Suivant cet auteur, le fer eſt un compoſé de vitriol, de ſoufre & de terre : la fermentation eſt un mouvement occaſionné par l'introduction des acides dans les alkalis : lorſque les alkalis ſe coagulent, ils forment des criſtaux : le ſoufre eſt un mixte inflammable, compoſé de feu, d'huile, d'eau & de terre : le cuivre eſt un compoſé de ſoufre & de vitriol : &c, &c, &c. Il y a là, pour un chimiſte, de quoi rire à gorge déployée.

cela quelque incertitude, voici un autre ſigne qui ſera reconnoître l'acide.

Prenez du ſirop de violette, ou du papier teint en bleu, & verſez deſſus un ſel acide ; il changera la couleur violette ou bleue en rouge. Toutes les fois donc qu'une liqueur verſée ſur le ſirop de violette ou ſur le papier bleu, changera ſa couleur en rouge, on pourra aſſurer qu'elle eſt acide, ou que l'acide y prédomine.

Il y a dans la nature trois acides minéraux, un acide végétal, & même un acide animal. Les acides minéraux ſont, l'acide vitriolique, vulgairement l'eſprit de vitriol, l'acide marin, & l'acide nitreux. Le premier eſt fourni par le vitriol, le ſecond par le ſel marin, & le troiſieme par le nitre. On les appelle *minéraux*, parcequ'ils ſont tirés du genre minéral. Ils ont des propriétés très-diſtinctes & très-remarquables.

L'acide végétal eſt fourni par les fruits acides, ou par les vins tournés à l'aigre : tels ſont le vinaigre, le ſuc de citron, & de la plupart des fruits avant qu'ils ſoient parvenus à leur maturité, l'acide du tartre, &c. Ils ont tous à peu près les mêmes propriétés.

L'acide animal eſt donné par quelques corps animaux : tels ſont, entr'autres, les fourmis ; il y a une eſpece de chenille que M. de Geer a remarqué éjaculer un trait de liqueur qui a tous les caracteres de l'acide. Le lait tourné à l'aigre eſt, à certains égards, un acide animal.

De l'Acide vitriolique.

Cet acide, le plus puiſſant de tous, eſt fourni, comme on l'a dit plus haut, par le vitriol, ſoit vert, ſoit bleu, ou par l'alun ; car le vitriol n'eſt

qu'un ſel formé par la combinaiſon ou l'union d'un acide avec le fer ou le cuivre. L'alun n'eſt pareillement que la combinaiſon d'un acide avec une terre argileuſe ; & l'expérience a appris que ces trois acides ſont abſolument de la même nature.

Il nous ſuffira de dire ici, que l'on extrait ces acides par la force du feu. On renferme ces matieres avec certaines précautions dans une cornue ; l'on pouſſe le feu, qui oblige par ſa violence l'acide qui eſt ſuſceptible d'être réduit en vapeurs, à abandonner la baſe à laquelle il eſt uni, & à paſſer ſous la forme de liqueur dans le récipient.

Une autre maniere plus ſimple de ſe procurer de l'acide vitriolique, eſt la combuſtion du ſoufre ; car le ſoufre n'eſt autre choſe que le réſultat de la combinaiſon de l'acide vitriolique avec ce que les chimiſtes appellent le *phlogiſtique* *, ou le *principe inflammable*. Si donc on fait brûler du ſoufre lentement ſous une cloche de verre, les vapeurs qui s'en éléveront, & qui ne ſont que de l'acide vitriolique, s'attacheront aux parois intérieures de la cloche, & la liqueur qui en diſtillera enſuite ſera du vrai acide vitriolique, à la vérité encore altéré par un mélange de phlogiſtique, mais qui s'en détache peu à peu & de lui-même, enſorte que l'on a enfin de l'acide vitriolique pur.

Lorſque l'acide vitriolique eſt bien déflegmé, ou privé de l'eau qu'il aſpire, pour ainſi dire, avidement, il peſe beaucoup plus que l'eau. Le rapport de leurs poids eſt de plus de 2 à 1.

---

* On verra plus bas, page 388, ce que c'eſt que le phlogiſtique.

L'acide vitriolique eſt le plus puiſſant de tous: lorſqu'il ſe trouve en concurrence avec les autres acides, il les dépoſſede, pour ainſi dire, en s'emparant de la baſe à laquelle ils étoient unis. Quelques expériences que nous donnerons, mettront ſous les yeux ce jeu chimique, qui eſt fort curieux, & qui eſt la cauſe de mille effets ſinguliers dans la nature.

De l'Acide nitreux.

Le nitre ou ſalpêtre, matiere connue de tout le monde, donne l'acide nitreux. En effet, le ſalpêtre eſt le réſultat de l'union d'un acide d'une nature particuliere, avec une autre matiere connue des chimiſtes ſous le nom d'*alkali fixe*. On les ſépare l'un de l'autre par des procédés qu'il n'eſt pas de notre objet de décrire ici. On a une liqueur à laquelle on donne le nom d'*acide nitreux*. Il eſt moins peſant, &, en général, moins actif que l'acide vitriolique. Sa couleur eſt ordinairement un jaune foncé; & quand il eſt bien concentré, il jette ſans ceſſe des vapeurs rougeâtres, qui ſemblent circuler dans le vaſe où il eſt contenu. Son poids eſt alors à celui de l'eau, comme 3 à 2.

On donne auſſi à l'acide nitreux dans un état médiocre de concentration, le nom d'*eau-forte*. C'eſt le diſſolvant propre de l'argent & du cuivre.

De l'Acide marin.

Le ſel marin, ce ſel ſi communément employé & ſi connu de tout le monde, eſt la ſubſtance qui donne l'acide marin; car ce ſel n'eſt formé que par la combinaiſon d'un acide particulier avec

une ſubſtance appelée par les chimiſtes l'*alkali fixe minéral*. On les ſépare l'un de l'autre, comme on fait à l'égard du vitriol, du ſalpêtre, par des procédés particuliers, & la liqueur qui en réſulte eſt de l'acide marin.

L'acide marin a des caracteres & des propriétés qui le rendent très-diſtinct des deux autres. Dans ſon plus grand état de concentration, il n'eſt qu'un peu plus peſant que l'eau, & dans le rapport de 19 à 17. Sa couleur eſt un jaune citrin, & ſon odeur approche de celle du ſafran.

De l'Acide végétal.

Cet acide eſt celui que fourniſſent les matieres végétales tournées à l'aigre, ou celles qui ne ſont pas parvenues à leur maturité. Du vinaigre, du verjus, du jus de citron, ne ſont autre choſe que de l'acide végétal étendu dans beaucoup d'eau. Dans cet état, il n'a qu'une force médiocre. Mais on peut, par diverſes voies, le priver de la plus grande partie de cette eau ſuperflue; & alors il a une force qui ne cede pas beaucoup à celle des acides minéraux.

Un moyen ſimple de concentrer ainſi l'acide végétal, eſt d'expoſer du vinaigre à toute la rigueur du froid pendant l'hiver. Il ſe gélera en partie: vous ôterez les glaçons; le reſtant ſera un vinaigre beaucoup plus fort. En réitérant cela pluſieurs fois, vous aurez un vinaigre d'autant plus concentré, que le froid aura été plus rigoureux. On pourroit enſuite y employer les froids artificiels, qu'on peut pouſſer bien plus loin que les froids les plus grands qu'on ait éprouvés dans nos climats.

REMARQUE GÉNÉRALE.

DE très-habiles chimiſtes ſont dans la perſuaſion qu'il n'y a dans la nature qu'un ſeul *acide*, ſçavoir le *vitriolique*, qui, par les diverſes altérations qu'il éprouve dans les plantes & les animaux, par la putréfraction & par d'autres cauſes, donne les autres acides nitreux, marin & végétal; cela paroît même certain à l'égard de l'acide nitreux, & eſt probable à l'égard des autres.

Il y a des chimiſtes d'un grand nom qui reconnoiſſent un quatrieme acide minéral; ils le nomment *phoſphorique*, parceque c'eſt le fameux phoſphore d'urine qui l'a d'abord fourni, quoiqu'il exiſte, ſuivant eux, dans divers corps minéraux. Cet acide eſt beaucoup plus denſe & plus puiſſant que le vitriolique. Il paroît difficile de ſe refuſer aux preuves de ces chimiſtes. Cependant, pour ne pas trop embrouiller la matiere, nous nous en tiendrons à la doctrine généralement reçue à cet égard.

§. II. *Des Alkalis.*

De même qu'il y a des acides minéraux & végétaux, il y a auſſi deux alkalis, l'un minéral, & l'autre végétal. Il y a encore un alkali fixe & un alkali volatil. Mais commençons par faire connoître ce qui caractériſe un ſel alkali.

Une ſaveur âcre & brûlante eſt ordinairement le ſigne auquel un alkali ſe fait connoître. Un autre ſigne auquel on le connoît encore, eſt la couleur verte dans laquelle il change celle du ſirop violat, ou la teinture bleue de l'héliotrope. Ainſi, toutes les fois qu'une liqueur verſée ſur le ſirop violat, ou le papier teint en bleu par l'hélio-

trope, le colorera en vert, on pourra prononcer qu'elle eſt alkaline, ou que l'alkali y eſt dominant.

De l'Alkali fixe.

Il y a, nous l'avons dit plus haut, un alkali fixe & un alkali volatil.

L'alkali fixe eſt ainſi nommé, parceque, quoique expoſé à un feu aſſez fort, il ne ſe diſſipe point: il fond alors à la maniere des métaux, & rougit comme eux. Il facilite la fuſion des pierres, des terres, des ſables, & eſt par cette raiſon d'un uſage immenſe dans les verreries & dans divers arts.

L'alkali fixe minéral eſt fourni par le ſel marin; car, lorſqu'on a privé ce ſel de l'acide qui entre dans ſa compoſition, le reſte eſt l'alkali fixe minéral: mais il ſeroit embarraſſant & diſpendieux de le tirer de là. La maniere la plus commune eſt de faire brûler certaines plantes qui croiſſent ou ſont jetées ſur les bords de la mer: tels ſont le kali, qui a donné le nom à cette eſpece de ſel; & diverſes ſortes de plantes marines, le varec ou gouemon, les *fucus*, &c. Les cendres de ces plantes contiennent en abondance cette eſpece d'alkali fixe, qu'on peut en retirer pur en les leſſivant, & faiſant évaporer la leſſive. C'eſt ce qu'on connoît dans le commerce ſous le nom de *ſoude*.

L'alkali fixe végétal eſt tiré communément par la combuſtion de la plupart des autres plantes & bois, tel que le bois ordinaire à brûler. On en fait beaucoup par cette voie dans diverſes forêts, où l'on brûle pour cet effet d'immenſes quantités de bois dans des foſſes; & l'on en retire les cendres, qui contiennent beaucoup de cet alkali fixe

fixe, & qui ſont connues dans le commerce ſous le nom de *potaſſes* *. On peut les leſſiver, & enſuite tirer de la leſſive, par l'évaporation, un alkali beaucoup plus actif.

Une autre maniere de ſe procurer un alkali fixe végétal & fort épuré, eſt de prendre la lie du vin, & le tartre qui ſe dépoſe contre les parois des tonneaux. On en fait des paquets ou maſſes de la groſſeur du poing, & on les fait brûler juſqu'à ce qu'ils aient pris une couleur blanche. On a par ce moyen du ſel alkali fixe végétal aſſez pur. On le connoît dans le commerce, ſous le nom de *ſel de tartre* ou *alkali du tartre*. Il eſt abſolument le même que celui de potaſſe.

Les deux alkalis fixes, le minéral & le végétal, different principalement entr'eux par une propriété particuliere. L'alkali fixe végétal attire ſi fortement l'humidité de l'air, que, pour le conſerver ſolide, il faut le mettre dans des vaſes ſcrupuleuſement bouchés. Si on le laiſſe expoſé à l'air, il ſe réſoud de lui-même en liqueur, & dans cet état on l'appelle *huile de tartre par défaillance*; dénomination au reſte fort impropre, car ce n'eſt point une huile.

L'alkali fixe minéral, au contraire, loin d'attirer l'humidité, perd la ſienne, & tombe en efflorescence, c'eſt-à-dire en pouſſiere: c'eſt pourquoi il eſt beaucoup plus commode à conſerver que l'autre.

De l'Alkali volatil.

Cet alkali eſt le produit de la combuſtion de la plupart des matieres animales, ou ſeulement de

* Du mot anglois *pot-ashes*, cendres en pot.

la putréfaction des matieres animales ou végétales. L'odeur des corps putréfiés ne vient que de l'alkali qui s'en dégage pendant cette opération, par laquelle la nature les réduit en quelque ſorte à leurs premiers principes, pour ſervir à de nouvelles compoſitions. Celle qui ſaiſit ſi fortement à l'approche des latrines, n'eſt qu'un alkali volatil très-exalté. Il eſt appelé *volatil*, parcequ'une chaleur, même moindre que celle de l'eau bouillante, ſuffit pour le diſſiper en vapeurs qui ſe décelent toujours par leur odeur pénétrante. Le ſel ammoniac n'eſt autre choſe que le réſultat de la combinaiſon du ſel marin avec l'alkali volatil.

§. III. *Des Sels neutres.*

Toutes les fois qu'un ſel n'eſt ni acide, ni alkali, qu'il ne rougit ni ne verdit le ſirop violat ou le papier bleu *, on l'appelle *neutre*. La raiſon de cette dénomination eſt ſenſible. Tels ſont le ſel marin, le nitre, les différents vitriols que donne la nature, & une multitude d'autres ſels, tant naturels qu'artificiels.

Un ſel neutre eſt ordinairement formé d'un acide combiné avec une baſe alkaline, ou terreuſe, ou métallique. Nous allons en donner des exemples, en parcourant les principales combinaiſons des trois acides minéraux avec les diverſes baſes ci-deſſus.

Ainſi L'ACIDE VITRIOLIQUE, combiné avec le zinc, forme le vitriol blanc.

Avec le cuivre, le vitriol bleu.

* Cette regle eſt ſujette à quelques exceptions. On peut cependant la ſuivre, avec l'aſſurance de n'en être égaré que fort rarement.

Avec le fer, le vitriol vert.

Avec une terre argileuſe, l'alun.

Avec une terre calcaire, la ſélénite.

Avec l'alkali volatil, le vitriol ammoniacal.

Avec l'alkali fixe minéral, le ſel de Glauber, d'Epſom, ou de Seydlitz.

Avec l'alkali fixe végétal, le tartre vitriolé.

Avec le phlogiſtique, le ſoufre commun.

L'ACIDE NITREUX, combiné avec l'alkali fixe végétal, forme le nitre.

Avec l'alkali fixe minéral, le nitre quadrangulaire ou cubique.

Avec l'alkali volatil, un ſel ammoniacal nitreux.

Avec l'argent, un ſel particulier, fuſible à une chaleur médiocre, connu ſous le nom de *pierre infernale*, à cauſe de ſa cauſticité.

L'ACIDE MARIN, combiné avec l'alkali fixe minéral, forme le ſel marin commun.

Avec l'alkali fixe végétal, le ſel fébrifuge de Silvius.

Avec l'alkali volatil, le ſel ammoniac.

Avec le mercure, lorſqu'il y a excès d'acide, le ſublimé corroſif.

Lorſque l'acide marin eſt parfaitement ſaturé de mercure, il forme un ſel mercuriel doux, ou ſublimé doux.

L'ACIDE VÉGÉTAL, en particulier celui du tartre, avec l'alkali fixe végétal, forme le tartre.

Avec l'alkali fixe minéral, le ſel appelé de *Seignette, végétal, ou polycreſte.*

L'acide du vinaigre, qui ne differe de celui du tartre qu'en quelques circonſtances, avec l'alkali

végétal, forme le ſel appelé *terre foliée du tartre.*

Avec le cuivre, il forme le verdet, ſel fort connu dans le commerce, & poiſon violent.

Avec le plomb, il forme le ſel appelé *ſucre de Saturne*, employé dans les arts, & également poiſon.

Avec le mercure, le ſel mercuriel, encore innominé, d'un grand uſage dans les maladies vénériennes. C'eſt celui de M. Keyſer.

Nous nous ſommes bornés ici à donner une idée des compoſitions les plus connues des différents acides avec diverſes ſubſtances. Nous aurions pu en augmenter conſidérablement le nombre, car il n'eſt pas d'acide qui ne puiſſe ſe combiner avec preſque tous les alkalis, les terres calcaires, & preſque tous les métaux; mais ces combinaiſons n'ont guere été encore examinées par les chimiſtes, & pluſieurs même ne l'ont été en aucune maniere; ce qui fournit un champ bien vaſte à de nouvelles recherches.

ARTICLE II.

Du Phlogiſtique.

LE phlogiſtique joue un ſi grand rôle dans la chimie, qu'on ne peut auſſi ſe diſpenſer d'en donner une idée avant d'aller plus loin.

De tout temps on a reconnu dans les corps ſuſceptibles d'inflammation, un principe particulier, en vertu duquel ils peuvent ſervir d'aliment au feu. Un charbon, par exemple, de bois ou de terre, étant une fois enflammé, continue de brû-

ler, diminue, & enfin ſe réduit en cendres. Au contraire, un morceau d'argile rougira au milieu du feu ; mais, laiſſé à lui-même, il ne jettera aucune flamme, le feu dont il étoit pénétré ſe diſſipera, & le morceau d'argile reſtera tel qu'il étoit. Il y avoit donc dans le charbon un principe d'inflammabilité combiné avec la partie terreuſe du charbon, & qui a ſervi d'aliment à la flamme ou au feu, qui a enfin été détruit ou exhalé par l'application du feu ; principe qui n'exiſte point dans l'argile, dans la pierre, dans le verre, & une multitude d'autres corps. C'eſt-là ce que les chimiſtes modernes ont appelé le *phlogiſtique*. Les corps gras, huileux, le contiennent éminemment ; car, le feu y étant appliqué, ils ſont conſumés preſque dans leur totalité, & ne laiſſent que très-peu de charbon.

Les métaux, tant qu'ils ſont ſous la forme métallique, contiennent du phlogiſtique ; car, réduiſez par une combuſtion continuée, du plomb, par exemple, en chaux ; ce ne ſera plus qu'une matiere terreuſe, qui, par la fuſion, ſera ſemblable au verre, & inaltérable comme lui. Mais à ce verre ou à cette chaux en fuſion, ajoutez des matieres graſſes ou de la pouſſiere de charbon ; vous verrez auſſi-tôt ce verre redevenir métal, & ſe ſéparer des autres matieres vitrifiées avec leſquelles il étoit confondu. C'eſt-là, pour l'obſerver en paſſant, le principe de la métallurgie ; car le minerai préparé par le grillage, ou ſortant de la mine, n'eſt ordinairement qu'en état de chaux ; mais en le ſtratifiant dans le fourneau avec le charbon, on lui préſente le phlogiſtique, qui, ſe combinant avec lui, le rétablit ſous la forme de métal ; & c'eſt par-là qu'il ſe dégage

des autres terres vitrifiées, qui ne ſont pas ſuſceptibles de ſe combiner avec le phlogiſtique : il va au fond, & ces autres matieres ſurnagent.

On ne peut pas avoir le phlogiſtique ſeul, ce qui donne lieu de croire que c'eſt un être ſimple ; mais on l'ôte à un corps, on le lui rend, en le faiſant paſſer d'un corps à un autre.

Le corps le plus ſimple réſultant de la combinaiſon du phlogiſtique, eſt le ſoufre, qu'on démontre n'être que la combinaiſon de l'acide vitriolique avec ce principe : on le démontre, dis-je, par l'analyſe & la recompoſition ; car le ſoufre brûlé produit de l'acide vitriolique encore foiblement combiné avec quelque peu de phlogiſtique ; & au moyen de l'acide vitriolique & du phlogiſtique du charbon, on refait du ſoufre tout-à-fait ſemblable au ſoufre naturel.

Ce principe aujourd'hui appelé *phlogiſtique*, étoit connu, mais imparfaitement, des anciens chimiſtes, ſous le nom de *ſoufre ;* mais le ſoufre n'étant pas un corps ſimple, ou du moins n'étant pas auſſi ſimple que le phlogiſtique, il ne ſçauroit être un principe : d'ailleurs il n'y a pas plus de ſoufre dans un morceau de bois ou dans un charbon, que de nitre dans l'air. C'eſt la reſſource des phyſiciens de college, qui, ne ſçachant ni ce que c'eſt que le ſoufre, ni ce que c'eſt que le nitre, croient avoir tout expliqué quand ils ont, à tout haſard, mis en jeu des nitres & des ſoufres.

Les chimiſtes qui cherchent au haſard la pierre philoſophale, ont auſſi la tête & les diſcours fort embrouillés de tous ces ſoufres. Quand on rencontre aujourd'hui de ces hommes, on peut dire à coup sûr, c'eſt un ignorant en chimie, ou un adepte, c'eſt-à-dire un viſionnaire.

ARTICLE III.

Des Affinités.

NOUS ne pouvons pareillement nous diſpenſer de dire ici quelque choſe de ce qu'on appelle *affinités ;* car elles ſont la clef de l'explication d'une foule de compoſitions & de décompoſitions chimiques.

On appelle affinité, la force avec laquelle deux ſubſtances tendent à s'unir & ſe maintiennent dans leur union. Ainſi, par exemple, de l'acide vitriolique verſé ſur une terre calcaire, s'en empare, ſe combine avec elle molécule à molécule, & forme un mixte qui n'eſt ni terre, ni acide pur ; mais, à cette diſſolution, ajoutez de l'alkali fixe, ſoit végétal, ſoit minéral, la terre calcaire ſera chaſſée de ſa place, l'acide vitriolique s'emparera de l'alkali fixe, en abandonnant la premiere, & formera un nouveau ſel.

Il y a donc une tendance à ſe réunir entre les molécules de la pierre calcaire & celles de l'acide vitriolique, & conſéquemment une force qui maintient cette union ; car ce fluide, quoique mixte, paſſe à travers les filtres : d'où il réſulte que ce n'eſt pas une ſimple diviſion & interpoſition des parties de la pierre entre celles du fluide diſſolvant, comme le penſoient & le penſent encore les phyſiciens qui n'ont aucune teinture de chimie. Ils ſe demandent en effet, pourquoi les parties du fer diſſous par un acide, ſe ſoutiennent dans la liqueur, malgré leur excès de peſanteur ſpécifique ? Cela eſt inexplicable dans leur phyſique.

Mais ſi chaque partie du fer eſt unie à chaque partie du fluide diſſolvant, cela ne fait plus de difficulté ; & en admettant ce principe, en admettant auſſi une inégalité de force dans cette tendance, ſuivant la différente nature des ſubſtances, tous les phénomenes chimiques s'expliquent ſi facilement, qu'on ne peut ſe refuſer à admettre cette force dans les particules des corps.

On a d'ailleurs des preuves poſitives de la force avec laquelle adherent des ſurfaces polies, même indépendamment de tout fluide environnant. Rien donc de plus naturel que de concevoir une pareille force entre les particules inſenſibles des corps ; il ſuffit de leur concevoir de petites facettes de différentes formes & grandeurs, par leſquelles elles adhéreront avec une force qui pourra ſuivre des lois fort compliquées, puiſqu'elle pourra dépendre de l'étendue de la facette, de la denſité de la particule & de ſa forme ; car tout cela peut la faire varier de bien des manieres.

Ces affinités ou tendances ſont en effet très-inégales ; & pour en donner un exemple, la force par laquelle la terre calcaire ſe combine avec l'acide vitriolique, eſt moindre que celle par laquelle ſe combine avec lui un alkali quelconque. C'eſt-là la raiſon pour laquelle cet alkali ſe ſubſtitue à la place de la terre calcaire. En général, tous les acides ont plus d'affinité avec les alkalis qu'avec les terres calcaires, avec celles-ci qu'avec les métaux, avec certains métaux qu'avec d'autres ; ce qui fournit des moyens faciles de décompoſer certains mixtes. Nous en donnerons des exemples auſſi inſtructifs que curieux.

ARTICLE IV.

Des Diſſolutions & Précipitations.

LA diſſolution eſt une opération par laquelle un fluide ſe combine avec les molécules d'un ſolide ou d'un autre fluide, enſorte que chaque particule de l'un contracte adhérence avec chaque particule de l'autre. Cette union ou adhérence eſt produite par l'affinité de ces particules entr'elles; car s'il n'y a pas affinité plus ou moins grande, il ne ſçauroit y avoir diſſolution.

La diſſolution ne conſiſte pas dans une ſimple atténuation des corps diſſous, & une interpoſition de ſes molécules entre celles du fluide. Quand il n'y a qu'une pareille interpoſition, la ſéparation ne tarde pas de ſe faire.

La précipitation ſe fait, lorſque les molécules du corps diſſous, étant abandonnées par le diſſolvant, tombent au fond de la liqueur. Cela ſe fait quelquefois par la ſimple diminution de la force de ce diſſolvant, procurée en l'étendant de beaucoup d'eau; mais le plus ſouvent cela ſe fait en préſentant au diſſolvant un corps avec lequel il ait plus d'affinité qu'avec le corps déja diſſous. Par exemple, ſi, de l'acide nitreux tenant en diſſolution une terre calcaire, on met dans la diſſolution un alkali fixe, l'acide ſaiſira l'alkali, à cauſe de ſa plus grande affinité, & abandonnera la terre, qui tombera au fond du vaſe.

D'autres fois la précipitation ſe fait, parceque l'on a préſenté à la diſſolution un corps qui, en ſe combinant avec le corps diſſous, forme un

nouveau mixte insoluble dans le dissolvant : alors il se précipite au fond ; on en a un exemple dans l'opération suivante. Si l'on fait dissoudre une terre calcaire dans l'acide nitreux ou marin, & qu'on y verse de l'acide vitriolique, ce dernier s'empare de la terre, & forme avec elle un sel connu sous le nom de sélénite. Mais comme la sélénite n'est pas soluble dans les premiers acides, ni même dans l'eau, à moins qu'elle ne soit en très-grande quantité, elle se précipite au fond. Pareille chose se passe lorsque, dans une solution de mercure par l'acide nitreux, on verse de l'acide vitriolique : la poussiere précipitée au fond, est ce qu'on nomme le *précipité blanc*.

ARTICLE V.

De l'Effervescence & de la Fermentation ; leur différence.

RIEN de plus commun, parmi ceux qui n'ont qu'une foible teinture de chimie, que de confondre ces deux choses, qui sont néanmoins essentiellement différentes ; & il faut convenir que, jusqu'à ces derniers temps, les chimistes François confondoient ces termes, quoiqu'ils ne confondissent pas les opérations qu'elles désignent.

L'effervescence est le mouvement joint à la chaleur qui accompagne fréquemment une dissolution. Lorsque, par exemple, on jette quelque peu d'acide nitreux sur de la limaille de cuivre, ou de l'acide vitriolique sur celle de fer, lorsqu'on met une goutte des mêmes acides sur une terre

calcaire, il ſe fait tout de ſuite une violente ébullition, juſqu'à ce que la combinaiſon étant faite, le tout ſe raſſeoit, & la liqueur devient tranſparente. Voilà l'efferveſcence. Ainſi on dit que les acides font d'ordinaire efferveſcence avec les alkalis, les métaux, les terres calcaires.

Mais la fermentation eſt toute autre choſe; c'eſt le mouvement inteſtin & ſpontanée qui ſe produit dans certaines liqueurs extraites du genre végétal, & qui, de douces ou inſipides, les rend ſpiritueuſes ou vineuſes. Le moût, par exemple, ou le jus des raiſins preſſés ou foulés, n'eſt pas du vin; il n'y a pas une ſeule goutte d'eſprit, mais il y en a les principes. Cette liqueur expoſée à une chaleur modérée, ſe trouble d'elle-même, s'agite intérieurement, bouillonne; & lorſque ce bouillonnement eſt appaiſé, c'eſt une liqueur toute nouvelle, ſpiritueuſe, enivrante, &c. Il en eſt de même de la biere, qui provient de la fermentation du malt, ou de la forte décoction de l'orge préparé d'une certaine maniere. C'eſt-là, comme l'on voit, une opération bien différente de l'efferveſcence décrite ci-deſſus. Auſſi, quand un homme parlant chimie confond ces mots, les oreilles d'un chimiſte inſtruit en ſont auſſi cruellement choquées, que le ſeroient celles d'un phyſicien qui entendroit employer l'horreur du vuide à expliquer un phénomene.

ARTICLE VI.

De la Criſtalliſation.

ON appelle ainſi cet arrangement particulier que la plupart des ſels & même beaucoup d'autres corps affectent de prendre, lorſqu'ayant été diſſous dans un liquide, & leurs parties ayant été aſſez rapprochées les unes des autres par l'évaporation de ce liquide, elles ſe mettent en groupes. Comme le criſtal de roche eſt le premier des corps dans lequel on ait obſervé cet arrangement régulier, il a donné ſon nom à celui que les obſervations ultérieures des chimiſtes & des naturaliſtes ont fait reconnoître dans quantité d'autres corps, & en particulier les ſels.

Qu'on faſſe en effet diſſoudre dans de l'eau, du ſel marin; qu'on faſſe évaporer la ſolution juſqu'à un certain point, & qu'on la laiſſe repoſer dans un lieu tranquille & frais, les particules ſalines étant rapprochées les unes des autres, & ſe précipitant enſemble au fond du vaſe, ou s'attachant aux parois du vaiſſeau, formeront des maſſes dans leſquelles on ne pourra méconnoître la figure cubique, comme dans le criſtal de roche on reconnoît des priſmes à ſix pans terminés en pyramides, & implantés les uns dans les autres. Si, en faiſant évaporer le fluide, on provoque la criſtalliſation à la ſurface, elle ſe fait en forme de trémies, qui ne ſont formées que de petits cubes amoncelés dans un certain ordre les uns ſur les autres, ainſi que l'a fait voir M. Rouelle, qui a fort ingénieuſement expliqué ce phénomene.

Si c'étoit du ſalpêtre tenu en diſſolution, les criſtaux qu'ils formeroit ſeroient abſolument reſſemblants à ceux du criſtal de roche, c'eſt-à-dire formés de priſmes exagones, terminés par des pyramides auſſi exagones.

Chaque ſel enfin affecte ſa forme particuliere.

L'alun ſe criſtalliſe préciſément en octaëdres, c'eſt-à-dire forme une double pyramide quadrangulaire, adoſſée à une baſe commune & quarrée.

Le vitriol de fer, ou le vitriol vert, forme des criſtaux en cubes obliquangles, ou dont les ſix faces ſont des rhombes à côtés égaux.

Les criſtaux du vitriol bleu ſont des dodécaëdres comprimés, dont la forme eſt difficile à être exprimée ici ſans un long diſcours.

Le verdet, ou ſel provenant du vinaigre combiné avec le cuivre, forme des criſtaux qui ſont en parallélipipedes obliquangles.

Le ſucre criſtalliſé, ou candi, forme des priſmes quadrangulaires, recoupés obliquement par un plan incliné.

Mais, comme nous l'avons dit plus haut, ce ne ſont pas ſeulement les ſels qui, ſe formant en maſſes, affectent ces figures régulieres, une multitude d'autres corps jouiſſent de la même propriété; la plupart des mines, des pyrites, ſont reconnoiſſables à leur forme particuliere; le plomb minéraliſé affecte, par exemple, beaucoup la forme cubique rectangle ou obliquangle. Il n'eſt pas juſqu'aux pierres qui n'aient, dans ce cas, leur régularité. Les criſtaux de gypſe ou de plâtre ſont faits en fer de lance; auſſi le gypſe eſt-il proprement un ſel. Le ſpath calcaire, connu ſous le nom de *criſtal d'Iſlande*, eſt toujours un parallélipipede obliquangle, & incliné dans le ſens de

ſa diagonale, & dans des angles déterminés. Les métaux enfin, lorſque, ſe refroidiſſant lentement, leurs particules ont la liberté de s'arranger, pour ainſi dire, à leur gré; les métaux, dis-je, prennent une forme réguliere, remarquée depuis long-temps dans l'antimoine, mais que depuis on a obſervée dans le fer, le cuivre, le zinc, &c.

Comme ce phénomene eſt un des plus curieux de la phyſique, il y auroit matiere à un aſſez long article; mais, contents de donner ici une ſorte d'avant-goût de ces phénomenes intéreſſants, nous nous bornons à renvoyer à l'*Eſſai de Criſtallographie*, de M. Romé Deliſle, qui parut en 1772, in-8°.

Nous allons maintenant donner une ſuite d'expériences chimiques, qui ſeront en partie une application des principes ci-deſſus, ou qui préſenteront des phénomenes curieux.

ARTICLE VII.

Diverſes Expériences chimiques.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

Comment un corps de nature combuſtible, peut être ſans ceſſe pénétré de feu ſans ſe conſumer?

IL faut renfermer dans une boîte de fer un charbon qui en rempliſſe toute la capacité, & ſouder le couvercle de la boîte. Si vous la jetez enſuite dans le feu, elle y rougira; vous pourrez même l'y laiſſer pluſieurs heures, pluſieurs jours: lorſqu'après l'avoir laiſſé refroidir vous l'ouvrirez, vous trouverez le charbon dans ſon entier, quoi-

qu'on ne puiſſe douter qu'il n'ait été pénétré de la matiere du feu, tout comme le métal de la boîte dans laquelle il étoit renfermé.

Voici la cauſe de cet effet. Pour que le charbon & tout autre corps combuſtible ſe conſume, il faut que le phlogiſtique ou la partie inflammable puiſſe s'exhaler; car on ſent aiſément que ce qui fait qu'un corps eſt inflammable, doit être de ſa nature indeſtructible, & que le feu ne fait que la diſſiper. Mais cette diſſipation ne peut avoir lieu dans un vaiſſeau clos: ainſi le phlogiſtique reſte toujours appliqué à la matiere purement terreſtre du charbon, par conſéquent il doit toujours reſter dans le même état.

C'eſt-là la cauſe pour laquelle des charbons couverts de cendres tardent beaucoup plus longtemps à ſe conſumer, que s'ils reſtoient expoſés à l'air libre; phénomene qui, quoique connu de tout le monde, ſeroit difficile à expliquer pour tout phyſicien qui ignoreroit cette propriété du phlogiſtique, & l'expérience ci-deſſus qui la conſtate.

IIe EXPÉRIENCE.

Tranſmutation apparente du fer en cuivre, ou en argent, & ſon explication.

Faites diſſoudre du vitriol bleu dans de l'eau, enſorte que cette eau en ſoit à peu près ſaturée; plongez alors dans cette ſolution, de petites lames de fer, ou de la limaille groſſiere de ce métal: ces petites lames de fer, ou cette limaille, s'y diſſoudront, & la liqueur dépoſera à leur place un limon ou une pouſſiere qui ſe trouvera être du cuivre.

Si le morceau de fer eſt trop gros pour être entiérement diſſous, il ſe colorera en cuivre; enſorte que s'il n'eſt atteint que ſuperficiellement, il ſemblera qu'il ait été tranſmuté en ce dernier métal. C'eſt-là une expérience qu'on fait faire ordinairement à ceux qui vont voir les mines de cuivre; du moins l'ai-je vu faire à celle de Saint-Bel dans le Lyonnois: une clef, plongée pendant quelques minutes dans une eau qu'on recueilloit au bas de la mine, en étoit retirée colorée en cuivre.

Dans une diſſolution de mercure par l'acide marin, plongez du fer, ou ſur du fer étendez cette diſſolution; le fer ſe colorera en argent. On a vu de hardis charlatans tirer parti de ce jeu chimique, aux dépens de la bourſe de gens crédules & ignorants.

REMARQUE.

IL n'y a en effet ici de tranſmutation que pour ceux qui ignorent entiérement la chimie. Le fer n'eſt point changé en cuivre; mais le cuivre tenu en ſolution par la liqueur imprégnée d'acide vitriolique, eſt ſimplement dépoſé à la place du fer, dont l'acide ſe charge en même temps qu'il abandonne le cuivre. En effet, toutes les fois qu'on préſente à un menſtrue tenant une ſubſtance quelconque en diſſolution, une autre ſubſtance qu'il diſſout avec plus de facilité, il abandonne cette premiere, & ſe charge de la ſeconde. Cela eſt ſi vrai, que la liqueur qui a dépoſé le cuivre étant évaporée, donne des criſtaux de vitriol vert, que tout le monde ſçait être formés de la combinaiſon de l'acide vitriolique avec le fer. C'eſt auſſi ce que l'on pratique en grand dans cette mine: on met la liqueur

liqueur en queſtion, qui n'eſt qu'une ſolution aſſez forte de vitriol bleu, dans des tonneaux ou de grands réſervoirs quarrés; on y plonge de la vieille ferraille, qui au bout de quelque temps diſparoît; & l'on trouve à ſa place un limon qu'on porte à la fonderie, & dont on tire du cuivre. On fait évaporer juſqu'à un certain point la liqueur ainſi chargée de fer, & l'on y plonge des baguettes de bois, qui ſe couvrent de criſtaux de vitriol vert, qui ſont d'un débit courant dans le commerce.

Cette expérience ſe fera également, en diſſolvant du cuivre dans de l'acide vitriolique, & en étendant enſuite un peu, ſi l'on veut, cette ſolution. C'eſt une nouvelle preuve que la liqueur ne fait que dépoſer le cuivre dont elle étoit chargée.

IIIe EXPÉRIENCE,

Où l'on précipite ſucceſſivement diverſes ſubſtances, par l'addition d'une autre dans la ſolution.

On a vu dans l'expérience précédente, le cuivre précipité par le fer; nous allons préſentement précipiter le fer lui-même. Pour cet effet, jetez dans la ſolution du fer, un morceau de zinc: à meſure qu'il s'y diſſoudra, le fer tombera au fond du vaſe; & l'on reconnoîtra aiſément que c'eſt du fer, car cette pouſſiere ſera attirable à l'aimant.

Voulez-vous préſentement précipiter le zinc, vous n'avez qu'à jeter dans cette ſolution un morceau de pierre calcaire, de marbre blanc, par exemple, ou d'une autre pierre quelconque dont on peut faire de la chaux; l'acide vitriolique attaquera cette nouvelle matiere, & laiſſera tomber au fond du vaſe une pouſſiere qui ſera du zinc.

Pour précipiter maintenant cette terre calcaire, vous n'avez qu'à verſer dans la liqueur, de l'alkali volatil fluide, ou y jeter de cet alkali volatil ſous la forme concrete ou ſolide; la terrre ſera abandonnée par l'acide, & ſera dépoſée au fond du vaſe.

Vous précipiterez également, & même encore mieux, cette terre calcaire, en verſant dans la liqueur de l'alkali fixe en ſolution, comme l'eſt ordinairement l'alkali fixe végétal, ou en y jetant de l'alkali fixe minéral.

REMARQUE.

C'EST par un effet ſemblable, que les eaux dures décompoſent le ſavon au lieu de le diſſoudre, & laiſſent tomber au fond une quantité plus ou moins grande de terre calcaire. Voici comment cela ſe fait.

Les eaux dures ne le ſont ordinairement, que parcequ'elles tiennent en ſolution de la ſélénite ou du gypſe, qui n'eſt qu'une combinaiſon d'acide vitriolique avec une terre calcaire, ſoit que cette eau ait roulé à travers des bans de ſélénite, ſoit que, contenant des ſels vitrioliques, elle ait coulé ſur des bans de terre calcaire, qu'elle aura dû attaquer.

D'un autre côté, le ſavon n'eſt qu'une combinaiſon aſſez forcée d'un alkali fixe avec l'huile ou une autre matiere graſſe; combinaiſon qui n'eſt pas d'une grande tenacité.

Lors donc que l'on fait diſſoudre du ſavon dans une eau ſéléniteuſe, l'acide vitriolique de la ſélénite ayant plus de tendance à s'unir avec l'alkali fixe du ſavon qu'avec la terre calcaire qui entre dans la compoſition de la ſélénite, il

abandonne cette terre, ſe combine avec l'alkali fixe, enſorte que le ſavon eſt décompoſé; & comme l'huile eſt immiſcible avec l'eau, elle s'y diſperſe en petits flocons, tandis que la terre calcaire de la ſélénite tombe au fond.

Voilà un nouvel exemple de l'uſage de la chimie pour rendre raiſon de certains effets vulgaires, que tout phyſicien, qui n'eſt pas éclairé de ſon flambeau, ne ſçauroit expliquer, au grand ſcandale des hommes ignorants, qui lui feroient volontiers la réprimande de la bonne-femme à l'aſtrologue tombé dans un puits.

IVe EXPÉRIENCE.

Avec deux liqueurs, chacune tranſparente, produire une liqueur noirâtre & opaque: Maniere de faire de bonne Encre.

Ayez d'un côté une ſolution de vitriol ferrugineux ou vert, & de l'autre une infuſion de noix de galle, ou de quelqu'autre matiere végétale & aſtringente, comme les feuilles de chêne, bien tirée au clair & filtrée; mélangez une liqueur avec l'autre: vous verrez auſſi-tôt le compoſé s'obſcurcir, & devenir noir & opaque.

Si vous laiſſez néanmoins repoſer la liqueur, la partie noire qui y étoit d'abord ſuſpendue, tombera au fond & la laiſſera tranſparente.

REMARQUE.

CETTE expérience donne la raiſon de la formation de l'encre ordinaire; car l'encre que nous employons n'eſt autre choſe qu'une ſolution de vitriol vert, mélangée avec l'infuſion de noix de galle, & de la gomme. La cauſe de ſa noirceur

n'eſt autre que l'effet de la propriété de la noix de galle, de précipiter en noir ou en bleu foncé le fer tenu en ſolution par l'eau imprégnée d'acide vitriolique. Mais comme ce fer ne tarderoit pas à tomber au fond, pour le prévenir, on y met de la gomme qui donne à l'eau une viſcoſité ſuffiſante pour empêcher que ce fer, comme infiniment atténué, ne ſe précipite.

Le lecteur ne ſera peut-être pas fâché de trouver ici la maniere de faire de très-bonne encre.

Prenez, de noix de galle une livre, de gomme arabique ſix onces, de couperoſe verte ſix onces, de l'eau commune ou de la biere quatre pintes; concaſſez la noix de galle, & faites-la infuſer à une chaleur douce pendant 24 heures, & ſans bouillir. Ajoutez la gomme concaſſée, & laiſſez-la diſſoudre; enfin ajoutez le vitriol vert, il donnera auſſi-tôt la couleur noire. Vous paſſerez le mélange au tamis, & vous aurez une encre dont vous pourrez vous ſervir auſſi-tôt.

Ve EXPÉRIENCE.

Comment on peut produire des vapeurs inflammables & fulminantes.

Mettez dans une bouteille de médiocre capacité, & dont le col ſoit un peu large & pas trop long, trois onces d'huile ou d'eſprit de vitriol, avec douze onces d'eau commune. Il faut faire un peu chauffer ce mélange; après quoi vous y jetterez à diverſes repriſes une once ou deux de limaille de fer: il ſe fera une ébullition violente, & il ſortira du mélange des vapeurs blanches. Préſentez une bougie à l'ouverture de la bouteille; ces

vapeurs prendront feu, & feront une fulmination violente; ce que vous pourrez réitérer même pluſieurs fois, tant que la liqueur fournira de ſemblables vapeurs.

Il n'eſt pas bien difficile d'expliquer ce phénomene, quand on ſçait que l'acide vitriolique, en s'uniſſant avec le fer, le prive d'une grande quantité de ſon phlogiſtique ou de ſon principe inflammable.

VIe EXPÉRIENCE.

La Chandelle philoſophique.

Ayez une veſſie, dont l'orifice ſoit garni d'un tube de métal de quelques pouces de longueur, qui puiſſe s'adapter dans le col de la bouteille où vous ferez le mélange de l'expérience précédente. Après en avoir laiſſé ſortir l'air expulſé par la vapeur ou le fluide élaſtique qui eſt produit par la diſſolution, appliquez au col de cette bouteille l'orifice de la veſſie, dont vous aurez auparavant exprimé l'air avec ſoin: elle ſe remplira du fluide élaſtique produit par la diſſolution du fer. Lorſqu'elle ſera pleine, retirez-la, & appliquez à l'orifice la flamme d'un flambeau; cette vapeur s'enflammera, & brûlera lentement; enſorte que ſi vous comprimez la veſſie, vous aurez un beau jet de flamme d'un vert jaunâtre. Voilà ce que les chimiſtes ont appelé *la chandelle philoſophique, ou des chimiſtes.*

VIIe EXPÉRIENCE.

Comment on peut faire, par une compoſition chimique, un volcan artificiel.

On doit à M. Lémery cette curieuſe expé-

rience, qui ſert à rendre une raiſon aſſez ſenſible & aſſez vraiſemblable des volcans.

Faites un mélange de parties égales de limaille de fer & de ſoufre pulvériſé ; réduiſez-le en pâte avec de l'eau, & enfouiſſez une forte quantité de cette pâte, comme une cinquantaine de livres, à un pied environ ſous terre : ſi le temps eſt chaud, vous verrez, après une dixaine d'heures environ, la terre ſe bourſouffler, ſe créver, & ſortir des flammes qui agrandiront les ouvertures, & répandront à l'entour une poudre jaune & noirâtre.

Il eſt probable que ce qui ſe paſſe ici en petit, ſe paſſe en grand dans les volcans ; car on ſçait d'abord, que les volcans fourniſſent toujours du ſoufre en quantité ; on ſçait de plus, que les matieres qu'ils rejettent abondent en particules métalliques & probablement ferrugineuſes, car il n'y a que le fer qui ait la propriété de faire efferveſcence avec le ſoufre lorſqu'on les mélange enſemble.

Or il eſt aiſé de concevoir par ce que produit une petite quantité du mélange ci-deſſus, de celui que produiroit une quantité de pluſieurs milliers ou millions de livres d'un pareil mélange : on ne peut douter qu'il n'en réſultât des phénomenes auſſi redoutables que ceux des tremblements de terre, & des volcans qui les accompagnent ordinairement.

VIIIe EXPÉRIENCE.

Compoſition de l'Or fulminant.

Faites une eau régale, en mélant à quatre parties d'eſprit de nitre, une de ſel ammoniac ; jetez-y des fragments d'or de coupelle : lorſque la ſolution ſera faite, vous verſerez dans la liqueur de la

ſolution d'alkali fixe, ou autrement de l'*huile de tartre par défaillance:* l'or ſe précipitera au fond en forme de poudre jaune, que vous retirerez en verſant la liqueur. Il faudra enſuite verſer ſur cette poudre de l'eau chaude pour la laver, enfin la ſécher : vous aurez de l'or fulminant.

Pour en faire l'expérience, vous en prendrez une très-petite quantité, que vous mettrez ſur la pointe d'une lame de couteau. Cette lame étant miſe ſur la flamme d'une bougie, lorſqu'elle ſera échauffée à un certain point, la poudre s'enflammera, & fera une exploſion terrible, & incomparablement plus grande que celle d'une quantité ſemblable de poudre à canon.

Ce n'eſt pas ſeulement l'application du feu qui peut faire fulminer l'or ainſi préparé; le ſimple frottement produit cet effet. On a vu quelques particules d'or fulminant engagées entre le col d'un flacon & le bouchon, pendant qu'on le fermoit, faire exploſion, briſer le flacon en mille pieces, bleſſer & eſtropier celui qui le tenoit. Pareille choſe arriveroit immanquablement, ſi l'on s'aviſoit de triturer cet or dans un mortier, ou d'entreprendre de le faire fondre, pour le réduire en maſſe métallique, ſans des préparatifs convenables.

REMARQUE.

L'OR ne ſeroit pas fulminant, ſi l'eau régale étoit faite avec un mélange d'eſprit de nitre & d'eſprit de ſel marin, ou d'eſprit de nitre dans lequel on auroit mis du ſel marin, (car ce ſont autant de manieres de faire de l'eau régale,) & ſi l'on précipitoit l'or avec l'alkali fixe; car il faut, pour que l'or devienne fulminant, qu'il entre ou dans

l'eau régale, ou dans le précipitant, de l'alkali volatil.

Si donc vous employiez pour diſſoudre l'or, une eau régale faite avec l'eſprit de nitre & celui de ſel marin, il faudroit précipiter l'or avec l'alkali volatil; vous aurez encore de l'or fulminant.

Pour lui ôter ſa propriété fulminante, il faut verſer deſſus, ou de l'acide vitriolique, ou de l'alkali fixe en diſſolution: il ſe fait par-là avec ce qui conſtitue l'or fulminant une combinaiſon qui le lui enleve; & après l'avoir lavé, on le retrouve en poudre, qu'on peut réduire ſans danger par les voies ordinaires.

IXe EXPÉRIENCE.

Compoſition de la Poudre fulminante.

Il faut mélanger enſemble trois parties de nitre, deux d'alkali fixe bien deſſéché, & une de ſoufre; mettre enſuite ce mélange dans une cuillere de fer, qu'on expoſera à un feu doux, capable néanmoins de fondre le ſoufre: lorſqu'il ſera parvenu à un certain degré de chaleur, il détonnera avec un fracas épouvantable, & tel qu'un coup de canon.

Cela n'arriveroit pas, ſi cette poudre étoit expoſée à un feu trop violent; il n'y auroit alors que les parties les plus expoſées au feu, & en petite quantité, qui détonneroient tout-à-coup, ce qui diminueroit de beaucoup l'effet.

Si on la jetoit ſur le feu, elle ne détonneroit pas non plus, & elle ne produiroit guere d'autre effet que le nitre pur, qui détonne bien, mais ſans exploſion.

Xe EXPÉRIENCE.

Liqueur qui ſe colore & ſe décolore alternativement, en permettant ou interceptant le contact de l'air extérieur avec elle.

Faites digérer, c'eſt-à-dire diſſoudre lentement, au moyen d'une chaleur modérée, du cuivre dans une forte ſolution d'alkali volatil: à meſure que cette ſolution attaquera le cuivre, elle ſe colorera d'un beau bleu. Mettez la liqueur dans une petite bouteille qui en ſoit à peu près pleine, & bouchez-la exactement : la couleur s'affoiblira peu à peu, & enfin diſparoîtra. Ouvrez la bouteille, elle ſe colorera de nouveau peu à peu, & ainſi alternativement, tant qu'on le voudra.

XIe EXPÉRIENCE.

Prétendue production d'un nouveau Fer.

Prenez de l'argile, ou des cendres de végétaux ou d'animaux brûlés, promenez-y un barreau d'acier aimanté ; vous en tirerez ſouvent quelques parcelles de fer qui s'y attacheront. Vous vous aſſurerez par-là qu'il n'y a point de fer en nature dans cette terre ou dans ces cendres.

Mélangez enſuite cette terre ou ces cendres avec du charbon en poudre, ou faites-en une pâte avec de l'huile de lin, & mettez le tout dans un creuſet, que vous tiendrez rouge pendant quelque temps, mais pas aſſez pour produire une vitrification : lorſque cette maſſe ſera refroidie & remiſe en pouſſiere, vous y promènerez un barreau de fer aimanté ; il s'y attachera encore un grand nombre de parcelles de fer.

REMARQUE.

ON a prétendu donner cette expérience comme une preuve qu'on pouvoit, avec de l'argile & de l'huile de lin, produire du fer. Un chimiſte célebre de l'Académie, a même été dans cette idée, & ne paroît pas l'avoir abandonnée, malgré la contradiction qu'il eſſuya de la part d'un de ſes confreres. Mais je ne crois pas qu'il y ait plus aucun chimiſte qui voie là une production du fer.

En effet, on auroit tort de penſer, qu'après avoir retiré de l'argile le peu de fer qu'y trouve d'abord le barreau aimanté, il n'y en reſte plus. L'aimant n'attire que le fer dans ſon état métallique, ou en approchant beaucoup; mais il ne laiſſe pas d'y en en reſter qui eſt en l'état d'ocre, ou de fer plus ou moins dephlogiſtiqué: dans cet état, il n'eſt plus attirable à l'aimant, ainſi que le prouve l'expérience faite ſur l'ocre formée artificiellement par la torréfaction du fer, ou ſur la rouille.

Il eſt d'ailleurs reconnu que le fer eſt de tous les métaux le plus univerſellement répandu ſur la terre: c'eſt-lui qui eſt le principe de la couleur des argiles; & tant qu'une argile eſt colorée, elle contient du fer.

Que fait donc la torréfaction de l'argile avec la pouſſiere du charbon ou l'huile de lin, ou toute autre huile ou corps gras quelconque, qui contient éminemment le phlogiſtique? Rien autre choſe que de préſenter à cette ocre de fer, du phlogiſtique qui, en revivifiant quelques parcelles, les rend attirables à l'aimant. Voilà toute la merveille de cette opération.

Mais, dira-t-on, quelle apparence y a-t-il que des cendres de bois contiennent du fer? Nous

répondons à cela, que le fer étant répandu avec la plus grande abondance dans la nature, il n'eſt preſque aucune terre qui n'en contienne; qu'il eſt ſuſceptible d'une atténuation prodigieuſe; & que diſſous dans les liqueurs, il paſſe avec elles, en partie du moins, par les filtres: ainſi il a pu facilement s'élever avec la ſeve des plantes: il circule dans le corps humain avec le ſang: enfin, c'eſt une vérité aujourd'hui reconnue par les chimiſtes, qu'il y a des molécules de fer dans preſque tous les corps; & même on croit que c'eſt ce métal qui colore les plantes, avec le concours de la lumiere; enſorte que, ſans le fer ou ſans la lumiere, les plantes n'auroient aucune autre couleur que la blanche.

XIIe EXPÉRIENCE.

Avec deux liquides mélangés, former un corps ſolide, ou du moins ayant de la conſiſtance.

Faites une ſolution d'alkali fixe très-concentré; faites-en une autre de nitre à baſe terreuſe *, également très-concentrée; mêlez les deux ſolutions enſemble: il ſe fera une précipitation très-abondante d'une matiere qui prendra une ſorte de ſolidité.

Cela a paru à quelques chimiſtes aſſez merveilleux pour leur faire donner à cette opération le nom de *miracle chimique*, & c'eſt ſous ce nom qu'on la connoît. Il n'y a pourtant ici rien de fort merveilleux, car voici ce qui ſe paſſe. Les deux ſolutions étant mélangées, l'acide nitreux abandonne la terre pour s'emparer de l'alkali fixe;

* Le nitre à baſe terreuſe, eſt une combinaiſon de l'acide nitreux avec une terre calcaire.

cette terre ſe précipite, & forme le corps ſolide qui réſulte de ce mélange.

Voici une autre opération qu'on pourroit à plus juſte titre appeler *miracle chimique*. On en doit la remarque à M. de Laſſonne, premier médecin de la Reine.

XIIIe EXPÉRIENCE.

Former une combinaiſon qui étant froide ſoit liquide, & au contraire, étant échauffée, devienne conſiſtante en forme de gelée.

Prenez parties égales d'alkali fixe, ſoit végétal, ſoit minéral, & de chaux vive bien pulvériſée; mettez-les enſemble dans une quantité d'eau ſuffiſante, que vous ſoumettrez à une forte & prompte ébullition; filtrez ce qui en réſultera: cette liqueur paſſera d'abord avec difficulté par le filtre, enſuite plus facilement. Conſervez-la dans une bouteille bien cloſe; faites-la de nouveau bouillir promptement, ſoit dans la bouteille, ſoit dans un autre vaſe: vous la verrez ſe troubler, & prendre tout de ſuite la conſiſtance d'une colle très-épaiſſe. Laiſſez-la refroidir, elle reprendra ſa tranſparence & ſa liquidité, & cela à pluſieurs repriſes.

M. de Laſſonne a fait beaucoup d'expériences pour démêler la cauſe d'un phénomene ſi ſingulier, & il en aſſigne une raiſon ſatisfaiſante. Mais nous croyons devoir renvoyer aux *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1773.

XIVe EXPÉRIENCE.

Faire paroître tout-à-coup un éclair dans une chambre, quand on y entrera avec un flambeau allumé.

Il faut faire diſſoudre du camphre dans de l'eſprit de vin; placez enſuite le vaſe dans une chambre petite & bien cloſe, & faites évaporer l'eſprit de vin par une forte & prompte ébullition: lorſque vous entrerez peu après dans cette chambre avec un flambeau, l'air s'enflammera, mais ſans aucun danger, tant cette inflammation ſera prompte & de peu de durée.

On obtiendroit probablement le même effet, en rempliſſant l'air d'une chambre d'une pouſſiere épaiſſe de la ſemence d'un certain lycoperdon, qui eſt inflammable; car cette ſemence, qui eſt très-menue & comme une pouſſiere, s'enflamme tout comme la poix-réſine pulvériſée, dont on ſe ſert pour les flambeaux des furies & pour faire des éclairs dans l'opéra; & l'on feroit peut-être bien de l'y ſubſtituer, parcequ'elle ne produit pas l'odeur grave & déſagréable qui réſulte de la poix-réſine brûlée, & qui empoiſonne les ſpectateurs.

XVe EXPÉRIENCE.

Des Encres ſympathiques, & de quelques Jeux qu'on exécute par leur moyen.

On appelle *encres ſympathiques* ou *de ſympathie*, certaines liqueurs qui, ſeules ou dans leur état naturel, ſont ſans couleur, mais qui, par l'addition d'une autre liqueur ou de quelque circonſ-

tance particuliere, prennent de la couleur, quelle qu'elle ſoit.

La chimie préſente un grand nombre de liqueurs de cette eſpece, dont nous allons faire connoître les principales & les plus curieuſes.

1. Ecrivez avec une ſolution de vitriol vert, dans laquelle néanmoins vous aurez ajouté un peu d'acide : cette ſolution étant abſolument décolorée, on ne verra point l'écriture : lorſque vous la voudrez voir, plongez-la dans une eau où aura été infuſée de la noix de galle, ou imbibez le papier avec une éponge plongée dans cette eau ; l'écriture paroîtra auſſi-tôt. En effet, il eſt aiſé, pour qui a compris la 4e expérience, de voir qu'il ſe forme ici une encre ſur le papier. Dans la formation de l'encre, on combine les deux ingrédients avant que de s'en ſervir pour écrire ; ici l'on ne les combine que l'écriture faite : voilà toute la différence.

2. Si vous voulez une encre qui ſe coloreroit en bleu, après avoir écrit avec la ſolution acide de vitriol vert, vous humecterez l'écriture avec la liqueur ſuivante.

Faites détonner avec un charbon ardent 4 onces de nitre avec 4 onces de tartre ; vous mettrez enſuite cet alkali dans un creuſet, avec 4 onces de ſang de bœuf deſſéché, & vous couvrirez le creuſet d'un couvercle percé ſeulement d'un petit trou ; calcinez ce mélange à un feu modéré, juſqu'à ce qu'il ne ſorte plus de fumée, après quoi vous ferez rougir le tout médiocrement ; la matiere qui en ſortira, vous la plongerez encore toute rouge dans deux pintes d'eau, où elle ſe diſſoudra en faiſant bouillir cette eau,

que vous réduirez environ à la moitié : vous aurez une eau avec laquelle, ſi vous humectez l'écriture tracée de la maniere ci-deſſus, elle prendra auſſitôt une belle couleur bleue. Car, dans cette opération, il ſe forme, au lieu d'une encre noire, un bleu de Pruſſe.

3. Diſſolvez du biſmuth dans de l'acide nitreux, ce ſera la liqueur avec laquelle vous écrirez.

Pour la faire paroître, vous vous ſervirez de la liqueur ſuivante. Faites bouillir une forte ſolution d'alkali fixe ſur du ſoufre en poudre très-fine, juſqu'à ce qu'il en ait diſſous autant qu'il ſe peut : il en réſultera une liqueur qui exhalera, on l'avoue, une odeur fort déſagréable. Expoſez aux vapeurs qui en ſortiront l'écriture ci-deſſus, elle ſe colorera en noir.

4. Mais de toutes les encres ſympathiques, la plus curieuſe eſt celle qu'on fait au moyen du cobalt. C'eſt un phénomene fort remarquable, que celui de voir paroître & diſparoître alternativement, & à ſon gré, des caracteres ou des deſſins tracés avec cette encre ; & c'eſt une propriété qui lui eſt particuliere, car les autres encres ſympathiques ſont à la vérité inviſibles, tant qu'on ne leur applique pas l'ingrédient qui doit ſervir à les faire paroître ; mais, ayant une fois paru, ils ne s'effacent plus. Celle qu'on fait avec le cobalt, paroît & diſparoît preſque tant qu'on veut.

Pour faire cette encre, il faut prendre du ſafre, que l'on trouve chez les droguiſtes ; faites-le digérer dans l'eau régale, enſorte qu'elle en tire ce qu'elle peut en diſſoudre, c'eſt-à-dire la terre métallique du cobalt, qui colore le ſafre en bleu ; vous étendrez enſuite cette diſſolution, qui eſt très-

cauſtique, avec l'eau commune, & vous pourrez vous en ſervir comme d'encre pour écrire ſur le papier. Les caracteres ſeront inviſibles, car cette ſolution eſt ſans couleur ſenſible; mais ſi vous les expoſez à une chaleur ſuffiſante, ils paroîtront en vert. Lorſque vous les aurez laiſſé refroidir, ils diſparoîtront de nouveau.

Il faut pourtant obſerver que ſi on chauffoit trop fort le papier, ils ne diſparoîtroient plus.

REMARQUE.

ON exécute par le moyen de cette encre quelques jeux aſſez ingénieux & aſſez amuſants; tels que ceux-ci.

1. *Faire un tableau qui repréſente alternativement l'hiver & l'été.*

Faites un payſage dont la terre, les troncs d'arbres, les branches, ſoient peintes avec les couleurs ordinaires, & appropriées au ſujet; mais deſſinez & lavez les herbes, les feuilles des arbres, avec la liqueur ci-deſſus: vous aurez un tableau qui, à la température ordinaire de l'air, repréſentera une campagne privée de ſa verdure: mais faites-le chauffer ſuffiſamment, & point trop, vous le verrez ſe couvrir de plantes, de feuilles, enſorte qu'il repréſentera alors le printemps.

On a fait & l'on fait encore, je crois, à Paris, des écrans peints de cette maniere. Ceux à qui on les donne, & qui ignorent l'artifice, ſont bien étonnés de voir, peu après qu'ils s'en ſont ſervis au devant du feu, le tableau qu'ils préſentent abſolument changé.

2. *L'Oracle*

2. *L'Oracle magique.*

On écrit ſur pluſieurs feuilles de papier, des queſtions avec de l'encre ordinaire ; & au deſſous on écrit les réponſes avec la derniere encre ſympathique. On doit avoir pluſieurs feuilles portant la même queſtion & des réponſes différentes, afin que l'artifice ſoit moins aiſé à ſoupçonner.

Ayez enſuite une boîte, que vous appellerez *l'antre de la Sibylle*, ou autrement, & qui dans ſon couvercle contiendra une plaque de fer très-chaude, enſorte que ſon intérieur puiſſe être échauffé juſqu'à un certain degré.

Après avoir fait choiſir des queſtions, vous prendrez les feuilles choiſies, & vous direz que vous allez les envoyer à la Sibylle ou à l'Oracle pour en avoir la réponſe, & vous les placerez dans la boîte échauffée ; enfin, après quelques minutes, vous les retirerez, & vous montrerez les réponſes écrites. Il faut bien vîte remettre à part ces feuilles ; car ſi elles reſtoient entre les mains des témoins du tour, ils s'apperoevroient que les réponſes s'effacent peu à peu, à meſure que le papier ſe refroidit.

XVIe EXPÉRIENCE.

Des Végétations métalliques.

C'eſt un ſpectacle des plus curieux de la chimie, que de voir s'élever dans un vaſe une eſpece d'arbriſſeau, de le voir pouſſer des branches, quelquefois même des eſpeces de fruits. Cette image trompeuſe de la végétation, a fait donner à cette opération le nom de *végétation chimique ou métallique ;* & c'eſt probablement par un ſemblable

artifice qu'on en a impoſé à quelques hommes de bonne foi, qui ont cru voir réaliſer la palingénéſie. Quoi qu'il en ſoit, voici les plus curieuſes de ces eſpeces de végétations, qui ne ſont dans le fait qu'une ſorte de criſtalliſation.

Arbre de Mars.

Diſſolvez dans de l'eſprit de nitre médiocrement concentré, de la limaille de fer, juſqu'à ſaturation. Ayez enſuite de la ſolution d'alkali fixe de tartre, communément appelée huile de tartre *per deliquium;* vous la verſerez peu à peu dans la premiere ſolution : il ſe ſera une forte efferveſcence, après laquelle le fer, au lieu de tomber au fond du vaſe, s'élévera au contraire le long de ſes parois, le tapiſſera en dedans, & formera une multitude de branchages amoncelés les uns ſur les autres, qui débordera ſouvent, & ſe répandra ſur les parois extérieures du vaſe, avec toute l'apparence d'une plante. Si, ce qui arrivera quelquefois, il ſe répand de la liqueur, il faut avoir ſoin de la recueillir & de la remettre dans le vaſe; elle formera de nouveaux branchages, qui contribueront à augmenter la maſſe de cette eſpece de végétation.

Pl. 8, fig. 46. On donne ici les repréſentations de deux de ces végétations, tirées d'un mémoire de M. Lémery, fils, & inſéré parmi ceux de l'Académie, année 1706. On lit une explication aſſez vraiſemblable de ce phénomene parmi ceux de 1707.

Arbre de Diane.

On appelle cette végétation *arbre de Diane*, parcequ'elle eſt formée au moyen de l'argent;

comme la précédente eſt nommée *arbre de Mars*, parceque c'eſt le fer qui la produit. Pour faire cette ſeconde, voici deux procédés, l'un de M. Lémery, l'autre de M. Homberg.

Faites diſſoudre une once d'argent de coupelle dans une quantité ſuffiſante d'eſprit de nitre très-pur & d'une force médiocre; vous mettrez enſuite cette diſſolution dans un bocal, & vous l'étendrez dans environ vingt onces d'eau diſtillée; vous y ajouterez enfin deux onces de mercure, & vous laiſſerez le tout en repos: dans l'eſpace de quarante jours il ſe formera ſur le mercure une eſpece d'arbre qui, par ſes branchages, imitera beaucoup une végétation naturelle.

Si l'on trouve ce procédé, du reſte fort ſimple, un peu trop long, voici celui de M. Homberg, au moyen duquel la curioſité eſt auſſi-tôt ſatisfaite.

Amalgamez enſemble (c'eſt-à-dire mêlez, au moyen de la trituration, dans un mortier de porphyre & avec un pilon de fer,) deux gros de mercure bien pur, & quatre d'argent fin réduit en limaille ou en feuilles; vous ferez diſſoudre cette amalgame dans quatre onces d'eſprit de nitre bien pur & médiocrement fort, & vous étendrez la ſolution dans environ une livre & demie d'eau diſtillée, que vous agiterez & conſerverez dans un flacon bien bouché. Prenez une once de cette liqueur, que vous verſerez dans un verre, & vous y jetterez gros comme un pois d'une amalgame de mercure & d'argent, ſemblable à la précédente, & molle comme du beurre: vous ne tarderez pas à voir s'élever de deſſus cette boule d'amalgame, une multitude de petits filaments qui croîtront à

vue d'œil, jetteront des branches, & formeront des eſpeces d'arbriſſeaux.

M. Homberg enſeigne, (*Mém. de l'Acad.*, ann. 1710,) une maniere de faire une pareille végétation, ſoit avec l'or, ſoit avec de l'argent, par la voie ſeche, c'eſt-à-dire ſans ſolution, mais par la voie de la diſtillation.

Il y a encore une eſpece de végétation remarquée par M. de Morveau, & appelée par lui *barbe de Jupiter*, parceque l'étain y entre comme compoſant; mais je ne puis pas la décrire, n'étant pas à portée d'avoir ſes *Eſſais chimiques*.

Végétation non métallique.

Faites détonner avec un charbon ardent 8 onces de ſalpêtre, que vous mettrez enſuite à la cave, pour qu'il en réſulte une huile de tartre *per deliquium;* verſez deſſus peu à peu & juſqu'à ſaturation parfaite, de bon eſprit de vitriol; faites évaporer toute l'humidité: vous aurez une matiere ſaline, blanche, compacte & très-âcre. Vous la mettrez dans une écuelle de grès, vous verſerez deſſus un demi-ſeptier d'eau froide, & laiſſerez le tout expoſé à l'air: au bout de quelques jours l'eau s'évaporera, & il ſe formera de côtés & d'autres des branchages en forme d'aiguilles diverſement entrelacées, & qui auront juſqu'à 15 lignes de longueur. Lorſque l'eau ſera entiérement évaporée, ſi on en ajoute de nouvelle, la végétation continuera.

Il eſt aiſé de voir que c'eſt ici une ſimple criſtalliſation d'un ſel neutre, formé de l'acide vitriolique & de la baſe du nitre, c'eſt-à-dire d'un tartre vitriolé.

XVIIe EXPÉRIENCE.

Produire la chaleur & même la flamme par le moyen de deux liqueurs froides.

Prenez de l'huile de gaïac, que vous mettrez dans une petite terrine ; ayez enſuite de l'eſprit de nitre, aſſez concentré pour qu'une petite bouteille qui contiendroit une once d'eau, contienne, étant remplie de cet acide, une once & demie & quelque choſe de plus. Cet acide doit être dans une bouteille emmanchée à un long bâton ; on en verſera les deux tiers environ ſur l'huile contenue dans la terrine : il s'excitera un violent bouillonnement, qui ne tardera pas d'être ſuivi d'une très-grande flamme. Si la flamme ne ſurvient pas après quelques ſecondes, vous n'avez qu'à verſer le reſtant de l'acide nitreux ſur l'endroit le plus noir de l'huile, l'inflammation ne manquera pas de ſuccéder, & il reſtera une eſpece de charbon ſpongieux & fort gros.

On enflamme de même l'huile de térébenthine, l'huile de ſaſſafras, & toutes les autres huiles eſſentielles.

A l'égard des huiles graſſes, comme celles d'olive, de noix, & autres tirées par expreſſion, on y réuſſit au moyen d'un acide formé du mélange des acides vitriolique & nitreux bien concentrés, parties égales de chacun.

XVIIIe EXPÉRIENCE.

Fondre du fer dans un inſtant, & le faire couler en gouttes.

Il faut faire chauffer à blanc une barre de fer, & enſuite lui préſenter une bille de ſoufre ; le fer

ſe mettra tout de ſuite en fuſion, & coulera en gouttes. Il ſera à propos d'expoſer au deſſous une terrine pleine d'eau, dans laquelle les gouttes qui couleront s'éteindront auſſi-tôt. On les trouvera réduites en une eſpece de fer de fonte.

On ſe ſert de ce procédé pour faire la grenaille de fer pour la chaſſe ; car ces grains de fer fondu tombant dans l'eau, s'y arrondiſſent aſſez bien.

Voici encore deux petites expériences que nous ne donnons ici, que parcequ'on a coutume de leur donner place dans les récréations phyſiques.

XIXe EXPÉRIENCE.

Faire fondre du métal dans une coquille de noix.

Prenez une piece de monnoie très-mince, comme une piece de 18 deniers, & même plus mince encore ; mettez-la, après l'avoir pliée en un rouleau, dans une demi-coquille de noix, où elle ſoit environnée d'une poudre compoſée de trois parties de ſalpêtre broyé fin & bien deſſéché, deux parties de fleur de ſoufre & une de rapure de quelque bois tendre ; mettez enſuite le feu à cette poudre avec une allumette : la piece de métal fondra, ſans que la coquille ſoit plus que ſuperficiellement brûlée.

Cela vient ſans doute de l'activité de ce feu, aidé de l'acide vitriolique contenu dans le ſoufre, & qui agit avec une telle promptitude, qu'il n'a pas le temps de brûler la coquille de noix.

XXe EXPÉRIENCE.

Partager une piece de monnoie en deux dans ſon épaiſſeur.

Fichez dans une table trois épingles, ſur leſquelles vous placerez la piece de monnoie; mettez au deſſus & au deſſous un tas de fleurs de ſoufre, auxquelles vous mettrez le feu : lorſqu'il ſera éteint, vous trouverez ſur la partie ſupérieure une ſuperficie du métal qui ſera détachée de la piece.

On a obſervé que ſur une piece d'or, comme un louis, on enleveroit pour 12 ſous d'or, en dépenſant pour 30 à 40 ſous de ſoufre; ce qui ſuffit pour rendre cette expérience nullement dangereuſe pour la ſûreté publique. D'ailleurs la piece de monnoie perd en grande partie la netteté de ſon empreinte; ainſi celui qui entreprendroit de rogner ainſi la monnoie, ſeroit la victime de ſa mauvaiſe volonté.

Ce que nous venons de dire eſt bien propre à inſpirer à nos lecteurs la curioſité de pénétrer plus profondément dans cette belle ſcience. Nous allons donc indiquer à ceux qui auroient ce deſſein, les livres où ils peuvent puiſer le plus facilement cette connoiſſance. Nous mettons dans ce rang, & au nombre des ouvrages les mieux faits, les *Eléments de Chimie théorique & pratique* de M. Macquer, en 3 vol. in-12, dont le premier contient la théorie, & les deux autres la pratique, c'eſt-à-dire les expériences déduites & expliquées d'après les principes jetés dans le premier volume. On doit au même auteur un excellent *Dictionnaire de Chimie*, en 2 vol. in-8°, dont il paroîtra bientôt

une nouvelle édition augmentée de plus d'un tiers. Cet ouvrage doit faire ſuite au précédent. On peut joindre à ces ouvrages le *Manuel de Chimie* de M. Baumé ; c'eſt un précis très-bien fait de toutes les opérations de cet art. Nous ajouterons, heureux & trois fois heureux ceux qui ont pu ſe procurer le précis des leçons de chimie de M. Rouelle ! Mais elles n'exiſtent encore que manuſcrites, entre les mains de quelques-uns de ceux qui ont ſuivi ſon cours.

On vient d'imprimer à Dijon un *Traité de Chimie*, dû principalement à M. de Morveau, magiſtrat qui, à l'étude des lois & à l'exercice éclairé des fonctions de ſon état, réunit des connoiſſances profondes dans la phyſique & la chimie. Cet ouvrage enviſage la chimie ſous un aſpect particulier, & en préſente un développement tout-à-fait neuf & ſatisfaiſant.

On faiſoit autrefois grand cas des *Elémens de Chimie* de Boerhaave ; mais aujourd'hui ils ne jouiſſent plus, comme livre de chimie, de la même eſtime : c'eſt néanmoins un excellent traité de phyſique, & une très-bonne introduction à la chimie moderne. La partie qui traite du feu, paſſe entr'autres pour un chef-d'œuvre.

DIGRESSION

Sur la Pierre philoſophale, l'Or potable, & la Palingénéſie.

NOUS venons de nommer les deux plus célebres chimeres de l'eſprit humain: nous diſons les deux plus célebres ; car, quoique la quadrature du cercle dans la géométrie, le mouvement perpétuel dans les mécaniques, aient auſſi une grande célébrité par les efforts inutiles d'une foule de gens, cette célébrité le cede néanmoins à celle des deux premieres queſtions ci-deſſus, à peu près dans le même rapport que l'intérêt de trouver la quadrature du cercle ou le mouvement perpétuel, le cede à celui de trouver le moyen d'acquérir d'immenſes richeſſes, ou de ſe rendre preſque immortel : auſſi y a-t-il eu dans tous les temps un grand nombre d'hommes qui, ſéduits par ces chimeres, ont fait des recherches incroyables pour arriver à l'un ou l'autre de ces buts.

Tel eſt le caractere de l'eſprit humain ;

Quid non mortalia pectora cogunt,
Auri ſacra fames, vitæque immenſa cupido !

Nous allons donc ici traiter de ces problêmes chimiques, ſoit parcequ'ils préſentent une matiere toute de notre reſſort, ſoit parceque ce que nous dirons ſervira peut-être de préſervatif contre l'illuſion dont tant de gens ont été les dupes.

§. I. *De la Pierre philoſophale.*

La pierre philoſophale, autrement dite l'œuvre par excellence, la *chryſopée**, ou la tranſmutation des métaux vils & imparfaits, en or ou en argent, a, depuis un temps immémorial, été le but auquel ont tendu les efforts d'une foule de gens, ſoit verſés dans la chimie, ſoit à peine initiés dans cette ſcience. Le vulgaire même croit que c'eſt-là l'unique objet de la chimie ; &, il faut en convenir, c'eſt un peu la faute des premiers qui ont cultivé cette belle partie de la phyſique : il en eſt peu qui n'aient donné à plein collier dans le travers de chercher à faire de l'or.

Il n'y a plus aujourd'hui un auſſi grand nombre de gens entêtés de la pierre philoſophale ; du moins parmi les chimiſtes éclairés, aucun ou preſque aucun ne court après le moyen de faire de l'or : mais il y a encore beaucoup de gens qui, ayant à peine une idée des plus ſimples opérations de la chimie, s'épuiſent en tentatives inutiles à régénérer ce métal précieux : on les voit, marchant au haſard, ſe croire toujours ſur le point de réuſſir ; manquant de tout, s'en conſoler par l'agréable idée qu'à cette indigence va ſuccéder la poſſeſſion des tréſors les plus immenſes. Ils s'appellent *adeptes*, parcequ'ils prétendent avoir atteint le point le plus élevé de la philoſophie, *quaſi ſummam ſapientiam adepti ;* ils ne parlent qu'énigmatiquement & d'une maniere inintelligible, parceque le monde ne mérite pas de poſſéder un pareil ſecret ; pleins enfin d'un froid

* χρυσοποιια, *auri fabricatio.*

orgueil, ils honorent d'un rire ſardonique les chimiſtes raiſonneurs, & qui cherchent à déduire les phénomenes de principes lumineux & établis. J'en ai vu un de cette eſpece, écouter avec pitié une leçon de chimie du docteur Roux : il n'avoit pas de ſouliers ; mais il ſembloit dire à part lui : A quoi s'amuſent ces grands enfants ? C'étoit pourtant une des leçons les plus intéreſſantes d'un cours de chimie de ce ſçavant homme ; elle rouloit ſur le phlogiſtique.

On pourroit dire à ces chercheurs de la pierre philoſophale : Avant que de nous faire de l'or, défaites-le, & recompoſez-le ; car s'il eſt quelque moyen de reconnoître & démontrer la compoſition d'une ſubſtance, c'eſt celui de la décompoſer & de la recompoſer. C'eſt ainſi que les chimiſtes, décompoſant & recompoſant le ſoufre, démontrent qu'il eſt formé par l'union de l'acide vitriolique avec le phlogiſtique. On pourroit encore dire à ces mêmes alchimiſtes : Avant que de nous faire des métaux précieux, comme l'or & l'argent, faites-nous ſeulement du plomb * ? car, avant d'aller au plus difficile, la méthode exige qu'on exécute le plus aiſé. Mais je ne connois aucune opération chimique qui réſolve un ſeul de ces deux problêmes. L'or, auſſi rebelle à la décompoſition qu'à la compoſition, reſte toujours le même, de quelque maniere qu'on le traite ; il eſt ſeulement plus ou moins atténué, mais il n'eſt jamais dans un état de chaux, ou privé de ſon phlogiſtique. On en a tenu pendant pluſieurs

* On a prétendu faire du fer ; mais il eſt aujourd'hui démontré qu'on n'a fait que rendre au fer ſa forme métallique.

années en fuſion, ſans qu'il ait perdu la moindre partie de ſon poids. Mais entrons dans un raiſonnement plus profond ſur cette matiere.

En raiſonnant ſur la compoſition des métaux, il faut reconnoître néceſſairement l'une de ces deux choſes: Ou tous les métaux ont chacun leur terre propre, qui, alliée au phlogiſtique qui leur eſt commun, leur donne la forme métallique; ou il y a une terre commune, qui, alliée avec le phlogiſtique, dans des doſes plus ou moins grandes, ou d'une maniere plus ou moins tenace, conſtitue les différents métaux.

La premiere de ces propoſitions paroît la plus probable. Juſqu'à préſent, quelques opérations qu'on ait tentées, avec quelque conſtance qu'on ait tourmenté par le moyen du feu une matiere métallique, de la chaux de plomb, par exemple, jamais on n'en a fait de l'étain ou du cuivre. Quand cette chaux a reparu ſous ſa forme métallique, elle s'eſt trouvée du plomb. On n'a jamais tiré du plomb de matieres qui n'en contenoient pas déja. On eſt fondé à en conclure, & la raiſon avoue cette conſéquence, qu'il y a une terre uniquement propre à faire du plomb, & qui n'a beſoin, pour en faire, que de l'addition du phlogiſtique. Si cela eſt, on ne peut donc faire d'autre plomb, d'autre or, d'autre argent, que celui qui étoit diſſéminé dans la terre. Toute la prétendue *chryſopée* ou *argyropée* ſe réduira à raſſembler, par quelque procédé, l'or ou l'argent qui y étoit déja formé, & ſeulement déguiſé par la perte de ſon phlogiſtique.

Si tous les métaux ont une terre commune, que quelque principe particulier, quelque combinaiſon inconnue, rende or, argent ou plomb, il faut

convenir que la génération de l'or ou de l'argent n'eſt pas abſolument impoſſible. Mais il faut être bien inſenſé pour chercher cette combinaiſon au haſard, & pour la chercher ſans s'être aſſuré d'abord qu'en effet tel eſt le principe de la formation des métaux. Il faudroit donc, avant de chercher la pierre philoſophale, commencer par avérer ſi ce dernier principe eſt le véritable. Or cela exigeroit une prodigieuſe ſuite d'expériences & de travaux chimiques; car il ſeroit néceſſaire,

1° De s'aſſurer ſi toutes les terres métalliques ſont abſolument les mêmes, lorſqu'elles ſont entiérement privées de leur phlogiſtique. Mais ce n'eſt d'abord pas un problême facile que d'ôter tout le phlogiſtique à ces terres; on n'a pu encore venir à bout de le faire à l'égard de pluſieurs; il en eſt même, ſçavoir celles des métaux parfaits, qui en retiennent toujours la plus grande partie. On a tenu de l'or pendant pluſieurs années en fuſion, ſans qu'un ſeul atôme ſe ſoit réduit en chaux.

Il y a même toute apparence que ces terres ſont de différentes natures, car les verres métalliques ont tous des couleurs différentes. Or des couleurs différentes annoncent des contextures différentes, & conſéquemment l'hétérogénéité.

Mais ſuppoſons qu'on fût venu à bout de priver abſolument de ſon phlogiſtique une terre métallique, un nouveau problême non moins difficile, ſeroit de le lui rendre; car l'expérience a appris que plus une terre métallique a été déphlogiſtiquée, plus on a de peine à lui rendre la forme métallique. Il en eſt quelques-unes que tout l'art de la chimie n'a encore pu réduire en métal.

On voit par-là quelles difficultés s'oppoſent à ce que l'on ſçache même ce qu'on doit penſer

ſur la nature des métaux, & ſur ce qui les conſtitue tels. Comment donc faire de l'or ou de l'argent, puiſqu'on ne ſçait pas même comment on feroit du plomb ?

Mais écoutons les alchimiſtes, & voyons quelques-unes de leurs prétentions ſur la formation des métaux.

Suivant eux, les métaux ſont tous formés d'une terre qu'ils appellent *mercurielle*, mais plus ou moins mure, plus ou moins mêlée d'hétérogénéités ; de maniere qu'il ne s'agit que de les purger de cette hétérogénéité & de les murir, pour convertir les métaux imparfaits en métaux parfaits.

Voilà qui eſt fort beau. Mais qui a prouvé l'exiſtence de cette terre mercurielle ? qui a prouvé que la différence des métaux conſiſtoit dans ce plus ou moins de maturité ? en quoi conſiſte cette maturité ? par quels moyens peut-on la donner ? Aucune réponſe ſolide. Les partiſans de cette idée, ſéduits par des mots, n'ont aucune idée juſte & préciſe de ce qu'ils diſent.

Suivant d'autres alchimiſtes, le mercure contient en principe tous les métaux parfaits ; il en a l'éclat, à peu de choſe près le poids, il eſt même plus peſant que l'argent. S'il eſt fluide & extrêmement volatil, c'eſt qu'il eſt allié à des impuretés qui le dégradent. Il ne s'agit donc que de fixer le mercure, en lui enlevant ces impuretés : alors vous aurez le mercure des philoſophes, qui n'a beſoin que d'un degré de cuiſſon pour être pouſſé au rouge ; il en réſultera de l'or : pouſſé ſeulement au blanc, il fournira de l'argent : que dis-je ? cette matiere aura une telle activité ſur les parties impures des autres métaux, qu'en en jetant une pincée dans un creuſet rempli de plomb fondu,

elle le tranſmuera en argent ou en or, ſuivant qu'elle aura été pouſſée ou au blanc ou au rouge. Il reſte à ſçavoir comment détruire les impuretés qui dégradent le vif-argent. Ariſtée, adepte célebre, va nous l'apprendre le plus clairement du monde dans ſon *Code de Vérité*. Prenez, dit-il, le roi Gabertin, & la princeſſe Beya ſa ſœur, jeune fille, belle, blanche & très-délicate, mariez-les enſemble : Gabertin mourra preſque auſſitôt. Mais ne vous effrayez pas; mettez-le au tombeau : après quatre-vingts jours, Gabertin renaîtra de ſes cendres; & devenu plus beau & plus parfait qu'avant ſa mort, il engendrera avec Beya un enfant roux, plus beau & plus parfait qu'eux-mêmes. Dira-t-on, après cela, que les alchimiſtes s'expliquent obſcurément? Quel eſt le vrai adepte, (car il y en a de vrais & de faux, & chacun ne doute point qu'il ne ſoit du nombre des premiers,) quel eſt, diſons-nous, le vrai adepte qui ne verra évidemment dans cette allégorie, tout le procédé de la fixation du mercure & de la poudre de projection?

Ce langage & cette affectation d'allégories obſcures, ſont ſans doute bien propres à faire paſſer ces prétendus adeptes pour d'inſignes & mépriſables charlatans, ou au moins pour des gens à qui le feu de leurs fourneaux a fort dérangé le cerveau. Mais les partiſans de leurs recherches & de leurs folies alleguent des faits, & nous devons auſſi les faire connoître.

On raconte que M. Helvétius, médecin, & profeſſeur célebre de médecine en Hollande, ayant déclamé un jour vivement, dans une de ſes leçons, ſur la vanité & l'abſurdité de la prétention de faire de l'or, fut viſité par un adepte,

qui lui donna d'une certaine poudre, dont une pincée projetée dans un creuſet plein de plomb fondu, le transformeroit en or; que le ſçavant Hollandois l'exécuta, & tira en effet une bonne quantité d'or de ſon plomb. Il voulut voler chez ſon adepte; mais il lui avoit donné une fauſſe adreſſe, & avoit diſparu; car les chimiſtes de cet ordre ne manquent jamais de diſparoître ainſi, au moment où ils ont fait preuve de leur ſçavoir profond.

Pareille choſe arriva, dit-on, à l'empereur Ferdinand. Un adepte vint le trouver, & lui propoſa de transformer du mercure en or. On fit, en la préſence du prince, fondre du mercure dans un creuſet; l'adepte exécuta les opérations qu'il lui plut, & le fond du creuſet fournit un culot d'or. Mais dans l'intervalle où l'on vérifioit le métal, il diſparut, au grand regret de l'empereur, qui enviſageoit déja d'immenſes tréſors dans l'acquiſition de ce beau ſecret.

En ce moment (Septembre 1777,) on voit à la vente des effets délaiſſés par feu M. Geoffroy, trois clous qui ſont, dit-on, une preuve de la poſſibilité de tranſmuer du moins en argent un métal commun, tel que le fer. Ils ſont, à ce qu'on dit, l'ouvrage d'un ſçavant adepte, qui voulut lui prouver la poſſibilité de la tranſmutation des métaux. Un de ces clous a été changé en argent, ayant été trempé dans une liqueur appropriée; l'autre, n'ayant été trempé que par la tête, eſt fer par la pointe, & argent du côté de la tête; le troiſieme, ayant été trempé dans la liqueur par la pointe, a ce bout tranſmué en argent, & le ſurplus eſt reſté fer.

Malgré ces autorités, nous ne croyons point à la

la pierre philoſophale. Il eſt très-vraiſemblable qu'il y a eu de la fourberie dans toutes ces prétendues tranſmutations, ſi toutefois les hiſtoires racontées ci-deſſus ont quelque réalité. Enfin, nous croirons à la pierre philoſophale, quand nous aurons vu quelque adepte faire devant nous les mêmes opérations; mais il nous permettra de fournir nous-même les creuſets, les baguettes & les ingrédients: car il eſt plus que probable que, ſi l'on a fait de l'or de cette maniere, c'eſt qu'il étoit dans les matieres qu'on a employées, ou qu'on l'y a gliſſé par un tour de main adroit.

Quoi qu'il en ſoit, les alchimiſtes prétendent que toutes les fables de l'antiquité ne ſont autre choſe que le procédé du Grand-œuvre, expliqué ſymboliquement. La conquête de la Toiſon d'or, la guerre de Troye, les événements qui la ſuivirent, & toute la mythologie, ne ſont que des emblêmes de la chryſopée, ſagement voilée par les anciens philoſophes, qui n'ont pas voulu que leur ſecret, devenu commun, fût employé à multiplier exceſſivement les métaux précieux, qui dès-lors auroient perdu leur prix, & ceſſé d'être les médiateurs du commerce entre les hommes. On peut voir dans le curieux ouvrage de Dom Pernetty, intitulé, *les Fables Egyptiennes & Grecques*, en 3 vol. in-8°, y compris le *Dictionnaire Mytho-hermétique*, juſqu'où la ſagacité humaine peut s'étendre à trouver de ſemblables explications. Mais il n'eſt rien qu'on ne puiſſe expliquer d'une pareille maniere. Auſſi ai-je ouï parler d'un adepte qui demeure au fauxbourg Saint-Marceau, & qui, perſuadé que toute l'Hiſtoire Romaine n'eſt qu'une fiction, va en donner une explication chimique, qui ſervira de pendant aux *Fables Egytiennes & Grecques:* j'ai

même ouï dire que l'hiſtoire du combat des Horaces avec les Curiaces y eſt expliqué avec une apparence de vérité, capable de faire douter que ce fameux trait de l'Hiſtoire Romaine ait jamais eu quelque réalité.

§. II. *De l'Or potable.*

S'il n'y a pas d'apparence qu'on faſſe jamais de l'or, n'eſt-il pas poſſible de tirer parti de ce métal précieux pour prolonger la vie? L'or eſt un métal inaltérable, auſſi difficile à défaire qu'à faire: il eſt le roi dans le monde métallique, comme le ſoleil, auquel on l'aſſimile, l'eſt dans le ſyſtême de l'univers. La nature ne peut avoir manqué de cacher dans ce corps précieux les remedes les plus utiles pour l'humanité; mais pour cela il faudroit le faire paſſer ſous la forme d'un liquide dans le corps humain; il faut le rendre potable: travaillons donc à l'or potable. Une vie prolongée preſque indéfiniment, vaut bien au moins autant que tous les tréſors de l'univers.

Tel eſt en ſubſtance le raiſonnement des alchimiſtes; & en conſéquence ils ont ſoumis l'or à une multitude d'opérations, au moyen deſquelles ils ont prétendu le rendre ſoluble comme un ſel dans l'eau. Il en a en effet l'apparence, mais, à dire vrai, ce n'eſt que de l'or extrêmement atténué, & ſoutenu par-là dans un liquide: du reſte, il n'eſt nullement combiné avec le fluide, & même peu à peu il ſe dépoſe au fond ſous ſa forme métallique.

Quoi qu'il en ſoit, voici un moyen de faire une eſpece d'or potable: nous examinerons enſuite ſi, quand même ce ſeroit une vraie ſolution d'or,

les vertus d'une pareille liqueur ſeroient auſſi merveilleuſes & auſſi ſalutaires pour le corps humain, qu'on le prétend.

Il faut d'abord diſſoudre de l'or dans l'eau régale ; puis agiter cette ſolution avec quinze ou ſeize fois autant d'une huile eſſentielle quelconque, de romarin, par exemple ; enſuite ſéparer l'eau régale qui occupe le fond, d'avec l'huile eſſentielle ; enfin diſſoudre cette huile eſſentielle dans quatre ou cinq fois ſon poids d'eſprit de vin bien rectifié : on aura une liqueur jaunâtre, connue ſous le nom de l'*or potable de mademoiſelle Grimaldi.*

L'éther vitriolique & les liqueurs éthérées de diverſes eſpeces, jouiſſent de la même propriété que les huiles eſſentielles, ſçavoir, de s'emparer de l'or diſſous dans l'eau régale. Ainſi l'on peut faire une eſpece d'or potable avec de l'éther. Cet or pourra alors ſe prendre en gouttes ſur du ſucre, comme l'on fait quand on prend de l'éther ; car cette liqueur n'eſt pas miſcible avec l'eau.

Les fameuſes gouttes du général Lamotte, ne different guere de l'or potable de mademoiſelle Grimaldi. On a remarqué qu'un gros d'or y étoit étendu dans 216 gros de liqueur ſpiritueuſe ; & comme les bouteilles devoient être du poids de deux gros, & que le général Lamotte les vendoit 24 livres chacune, il réſulte qu'avec un gros d'or il faiſoit au moins 108 bouteilles, dont il retiroit au moins 2592 livres. Dans la réalité, il en faiſoit 136, ce qui lui valoit 3264 livres.

On voit par-là que ſi les gouttes du général Lamotte n'étoient pas fort utiles pour la ſanté, elles étoient fort utiles pour ſa bourſe ; car un pa-

reil gain peut être qualifié de monſtrueux. Que ne fait pas chez les hommes le charlataniſme, quand il a pour baſe l'ignorance & l'amour de la vie!

Mais examinons s'il y a quelque fondement dans les merveilleuſes propriétés de l'or potable. Pour peu qu'on raiſonne, on n'aura pas de peine à reconnoître que rien n'eſt plus légérement fondé. Quelles preuves en effet les alchimiſtes ont-ils, que l'or eſt ſi ſalutaire au corps humain? Parceque ce métal eſt le plus fixe de tous, qu'il a la belle couleur jaune des rayons du ſoleil, qu'il eſt déſigné en caracteres chimiques par le ſigne caractériſtique de cet aſtre, eſt-ce une raiſon d'en conclure que, réduit ſous une forme liquide & verſé dans le ſang, il le régénérera, & rendra la jeuneſſe ou la ſanté? Quelle tête accoutumée à tirer des conſéquences légitimes d'un principe, en conclura pareille choſe? Toutes les vertus de l'or potable ne ſont fondées que ſur des analogies inventées ſans aucun fondement phyſique, par des imaginations exaltées, & des cerveaux brûlés par le feu des fourneaux. C'eſt tout ce qu'on peut dire de plus honnête; car il eſt probable qu'il y entre autant d'impoſture, que de crédulité ou de défaut de raiſonnement.

§. III. *De la Palingénéſie.*

La palingénéſie eſt une opération chimique, par le moyen de laquelle on reſſuſcite, dit-on, une plante, un animal, de ſes cendres. Ce ſeroit-là ſans doute un des beaux ſecrets de la phyſique & de la chimie. Si l'on en croit quelques auteurs, pluſieurs ſçavants du ſiecle dernier en ont été en poſſeſſion; mais quoiqu'il n'y ait aucune compa-

raiſon à faire entre l'état actuel de la chimie & celui où elle étoit au milieu du ſiecle paſſé, quoique ce beau ſecret ſoit conſigné dans divers livres, il n'en eſt pas moins perdu. Nous n'entreprendrons pas de le rendre au monde ſçavant; nous nous bornerons à examiner les fondements ſur leſquels de bonnes-gens, comme l'abbé de Vallemont * & autres, ont pu croire qu'il ait jamais exiſté.

Si l'on en croit ce bon abbé, rien n'eſt plus ſimple & plus facile à expliquer que cela. En effet, dit-il d'après le P. Kircher, la vertu ſéminale de chaque mixte eſt renfermée dans ſes ſels, & ces ſels, dès que la chaleur les met en mouvement, s'élevent dans la capacité du vaſe. Libres alors de s'arranger à leur gré, ils reprennent leur diſpoſition primitive, ils s'alignent comme ils ſe feroient alignés par l'effet de la végétation, ou comme ils l'étoient avant que le feu eût tout bouleverſé: ils forment enfin une plante ou un fantôme de plante tout reſſemblant à la plante détruite.

Ce raiſonnement eſt tout-à-fait digne de celui qui a pu penſer qu'un homme qui vole la bourſe d'autrui, peut exhaler des particules différentes de celles qu'exhale l'homme qui emporte la ſienne, & peut par-là faire tourner la baguette divinatoire ſur les lieux où il a paſſé ou ſéjourné. Nous l'avons dit ailleurs, il faut être à peu près imbécille, pour croire que la ſimple moralité d'une action puiſſe produire des effets phyſiques. Nous croirions donc faire tort à nos lecteurs, que de

* Voyez *les Curioſités de la Végétation*, &c.

tâcher de leur faire ſentir le foible ou le ridicule du raiſonnement ci-deſſus, ſoit de Kircher, ſoit de ce bon abbé. Diſcutons maintenant les faits qu'il rapporte.

Le chimiſte Anglois Coxes raconte, qu'ayant tiré le ſel eſſentiel de la fougere, l'ayant fait diſſoudre, & enſuite ayant filtré cette ſolution, après cinq ou ſix ſemaines de repos, il remarqua ſur le ſel qui étoit tombé au fond, une végétation de petites fougeres.

Ayant de même pris de la potaſſe du Nord, il la mêla avec partie égale de ſel ammoniac; & quelque temps après il vit s'élever une forêt de pins & d'autres arbres qu'il ne connoiſſoit pas.

Enfin, & ceci eſt plus concluant, le célebre M. Boyle, quoique fort peu favorable à la palingénéſie, rapporte qu'ayant pris du vert-de-gris, qui eſt, comme l'on ſçait, le réſultat de la combinaiſon du cuivre avec l'acide du vinaigre, il le fit diſſoudre dans de l'eau, qu'il fit enſuite geler cette eau au moyen d'un froid artificiel, & qu'il lui arriva enfin de voir ſur la ſurface de cette glace, de petites figures qui repréſentoient excellemment (*eximiè*) des vignes.

Malgré ces faits, & divers autres cités par l'abbé de Vallemont, d'après Daniel Major, Hanneman, & divers autres, ſi les partiſans de la palingénéſie n'en ont pas de plus concluants, il faut avouer qu'ils étayent leurs prétentions de foibles preuves. Il n'eſt aucun chimiſte qui ne voie actuellement dans ces premiers faits une ſimple criſtalliſation branchue, comme l'on en produit au moyen de diverſes compoſitions connues: les plus belles même de ces criſtalliſations, mal-à-propos appe-

lées *végétations*, ſont produites par des combinaiſons de corps tirés du regne minéral, ainſi qu'on l'a vu plus haut.

La derniere expérience rapportée par Boyle, pourroit embarraſſer davantage : mais comme, parmi un grand nombre d'épreuves tentées par ce phyſicien ſur quantité de ſels eſſentiels de plantes, cette expérience eſt la ſeule qui ait réuſſi, on ne peut douter que ces figures ne ſoient un pur effet du haſard ; car combien d'autres phyſiciens ont tenté la même choſe, & n'ont rien vu que ce que préſente d'ordinaire la ſurface d'une eau gelée, qui forme des ramifications, quelquefois aſſez compoſées ?

Auſſi les partiſans de la palingénéſie citent-ils des autorités plus puiſſantes. Le chevalier Digby rapporte, ſur le témoignage de Quercetan, médecin de Henri IV, qu'un Polonois faiſoit voir douze vaiſſeaux de verre ſcellés hermétiquement, qui contenoient chacun des ſels différents de plantes ; qu'on n'y voyoit au fond qu'un monceau de cendres ; mais que, quand on les expoſoit à une chaleur douce & modérée, on voyoit naître peu à peu la figure de la plante, d'une roſe, par exemple, ſi le vaiſſeau contenoit les cendres d'une roſe ; enfin, que le vaiſſeau ſe refroidiſſant, le tout diſparoiſſoit peu-à-peu. Il ajoute que le pere Kircher lui avoit aſſuré avoir fait la même expérience, & lui avoit communiqué le ſecret, mais qu'il n'avoit cependant pu réuſſir. L'hiſtoire de ce Polonois eſt auſſi rapportée par divers autres auteurs, comme Bary dans ſa *Phyſique*, Guy de la Broſſe dans ſon livre *de la Nature des Plantes*.

Enfin le P. Kircher nous dit lui-même dans ſon *Ars Magnetica*, qu'il avoit une fiole à long

col, ſcellée hermétiquement, & dans laquelle étoient contenues les cendres d'une plante qu'il reſſuſcitoit quand il vouloit, au moyen de la chaleur; qu'il fit voir ce prodige à la reine Chiſtine, qui y prit un ſingulier plaiſir; mais que la gelée le priva de cette curioſité précieuſe, qu'il avoit oubliée un jour d'hiver ſur ſa fenêtre. Le P. Schott dit auſſi avoir vu ce miracle chimique: c'étoit, ſelon lui, une roſe qui renaiſſoit de ſes cendres. Il ajoute qu'un prince ayant preſſé Kircher de lui en faire une pareille, il aima mieux lui céder la ſienne que de recommencer.

En effet, il faudroit une patience extrême pour tenter & ſuivre le procédé enſeigné par le P. Kircher, tant il eſt long & minutieux. Le P. Schott le rapporte tout au long dans ſon livre intitulé: *Jocoſeria Naturæ & Artis*, & il l'appelle le *ſecret impérial*, parceque l'empereur Ferdinand l'acheta d'un chimiſte, & le donna à Kircher. Cet empereur étoit bien heureux; car ce fut auſſi à lui que s'adreſſa l'adepte qui avoit le ſecret de la pierre philoſophale, & qui lui en donna la preuve, en tranſmuant, dit-on, devant lui trois livres de mercure en deux livres & demie d'or.

Nous croyons pourtant devoir nous borner à indiquer les endroits où les curieux pourront retrouver ce rare procédé; car, indépendamment de ce que la deſcription en ſeroit un peu longue, rien au monde ne paroît moins fait pour réuſſir. Auſſi Digby & une foule d'autres ont-ils échoué en ſuivant cette voie; & il eſt à croire que, curieux comme ils étoient de la palingénéſie, ils n'ont rien oublié pour y parvenir.

Dobrezensky de Négrepont a donné auſſi un

procédé pour la réſurrection des plantes, qui ne paroît pas avoir été ſuivi avec plus de ſuccès; du moins le P. Schott raconte, que le P. Conrad, ſon confrere, ne réuſſit point, & il ſoupçonne que Dobrezensky s'étoit réſervé le tour de main, & n'avoit pas rapporté toutes les circonſtances.

Que répondre donc à ces autorités? Le voici. Nous penſons que le médecin Polonois étoit un charlatan. Nous enſeignerons en effet plus loin une fauſſe palingénéſie, qui, exécutée avec art & dans un lieu convenable, pourroit en impoſer à des gens diſpoſés par la crédulité à voir ce qu'on veut leur montrer. Dobrezensky de Négrepont étoit un fieffé impoſteur: il ne faut, pour s'en convaincre, que lire la *Technica curioſa*, ou les *Jocoſeria Naturæ & Artis* du P. Schott; car il avoit l'impudence de prétendre qu'il pouvoit arracher l'œil à un animal, & le lui faire revenir en quelques heures, au moyen d'une liqueur que ſans doute il débitoit pour les maux d'yeux. Il y a plus, c'eſt qu'il en faiſoit l'épreuve ſur un coq. On peut donc croire que celui qui mentoit auſſi impudemment ſur un fait, a également menti ſur l'autre.

L'autorité du P. Schott ne ſera certainement pas de grand poids auprès de celui qui connoîtra ſes ouvrages; c'eſt la crédulité perſonnifiée.

Quant au P. Kircher, nous avouons éprouver quelque embarras à éluder ſon témoignage: un Jéſuite n'auroit certainement pas voulu mentir. Mais Kircher étoit un homme à imagination ardente; paſſionné pour tout ce qui étoit ſingulier & extraordinaire; extrêmement porté à croire au merveilleux. De quoi n'eſt pas capable un homme doué de ce caractere? Il croit ſouvent voir quand

il ne voit rien ; il ne ment pas aux autres, parce qu'il ſe ment à lui-même le premier.

Quelques palingénéſiſtes ont été bien plus loin : ils ont prétendu qu'on pouvoit reſſuſciter un animal de ſes cendres. Le P. Schott préſente même, dans ſa *Phyſica curioſa*, la figure d'un moineau ainſi reſſuſcité dans une bouteille. Gaffarel, dans ſes *Curioſités inouïes*, ne manque pas d'y croire ; & même il en tire une preuve probable de la poſſibilité de la réſurrection univerſelle des corps. Tout cela n'empêche pas que ce ne ſoit une chimere plus ridicule encore que la premiere, & qu'il ſeroit même aujourd'hui ridicule de réfuter ſérieuſement.

Enfin quel homme raiſonnable croira aujourd'hui, avec le P. Kircher, que les cendres d'une plante étant ſemées ſur la terre, il en naîtra des plantes ſemblables, ce qu'il dit avoir éprouvé pluſieurs fois ? Qui ſe perſuadera que des écreviſſes ayant été brûlées, & enſuite diſtillées, ſuivant un procédé du chevalier Digby, il ſe forme dans la liqueur de petites écreviſſes, groſſes comme des grains de millet, qu'il faut nourrir avec du ſang de bœuf, & qu'on peut enſuite abandonner à elles-mêmes dans un ruiſſeau ? C'eſt-là cependant ce que ce chevalier Anglois raconte comme l'ayant éprouvé. Sans doute on ne peut le laver de la tache d'impoſture, qu'en diſant qu'il a été induit en erreur par quelque circonſtance. D'ailleurs il eſt conſtant que le chevalier Dygby, avec beaucoup de zele & de connoiſſances, avoit une propenſion ſinguliere pour toutes les viſions de la phyſique occulte & ſpagyrique. C'étoit même, je penſe, un de ces foux connus ſous le nom de *Roſecroix*.

Eſpece de Palingénéſie illuſoire.

Nous avons annoncé plus haut une ſorte de tour de ſubtilité, au moyen duquel on pourroit perſuader à des gens crédules la réalité de la palingénéſie; nous allons acquitter notre promeſſe.

Ayez un bocal double, de grandeur médiocre, c'eſt-à-dire que ce vaſe ſoit formé de deux bocaux placés l'un dans l'autre, enſorte qu'il reſte entre deux un intervalle d'une ligne ſeulement d'épaiſſeur. Ce vaſe doit être recouvert d'un couvercle opaque, & tellement diſpoſé, qu'en le tournant dans un ſens ou dans l'autre, cela rapproche ou éloigne le bocal intérieur du fond de l'extérieur. Dans le bocal intérieur, & ſur une baſe repréſentant un monceau de cendres, ſoit placée une tige de roſe artificielle. Enfin, dans l'intervalle entre les deux parois des bocaux, ſoit miſe d'abord une certaine quantité de cendres, ou de quelque matiere ſolide leur reſſemblant, & que le ſurplus ſoit rempli d'une matiere compoſée d'une partie de cire blanche, douze parties de ſaindoux, & une ou deux d'huile de lin bien claire. Cette cire compoſée, quand elle ſera froide, voilera entiérement l'intérieur du bocal; mais lorſqu'on le mettra ſur le feu avec précaution, elle ſe fondra, & l'on pourra, en remuant le couvercle ſous prétexte de hâter l'opération, la faire couler dans le fond du bocal extérieur. On verra donc alors la roſe dans l'intérieur. Les bonnes-gens, qu'on ne laiſſera pas trop approcher, crieront au miracle! Quand le charlatan voudra faire diſparoître la roſe, il retirera le bocal du feu, & par un nouveau tour de main, il fera refluer la cire

fondue & demi-tranſparente, dans l'épaiſſeur ménagée entre les deux bocaux : cette cire ſe figera de nouveau, & interceptera la vue de la roſe. En aſſaiſonnant tout ce petit ſpectacle des paroles convenables, il étourdira les ſpectateurs bénévoles, & ils ſe retireront dans la perſuaſion d'avoir vu exécuter devant eux la choſe la plus curieuſe de la phyſique & de la chimie réunies.

IER SUPPLÉMENT.

Des PHOSPHORES, tant naturels qu'artificiels *.

UNE des matieres les plus intéreſſantes de la phyſique, eſt celle des phoſphores; car c'eſt un ſpectacle aſſez étrange, & bien digne de la curioſité, que de voir des corps abſolument froids jeter une lumiere plus ou moins vive; d'autres s'allumer d'eux-mêmes, ſans l'application d'aucun feu. Quelle ame ſuſceptible de quelque goût pour l'étude de la nature, peut ſe défendre d'être frappée d'étonnement à la vue de pareils phénomenes?

Ces phénomenes ſont d'autant plus étranges, que juſqu'à préſent la phyſique n'a fait que balbutier, lorſqu'on a tenté d'en donner l'explication. Nous en exceptons néanmoins les phoſphores

* L'auteur du *Traité des Phoſphores*, qui fait partie du IVe Tome des anciennes *Récréations Mathématiques*, & que nous avons reconnu à quelques paſſages être le crédule & bavard abbé de Vallemont, a trouvé le moyen d'en faire un aſſez gros volume; mais ce n'eſt qu'à l'aide de répétitions perpétuelles, d'écarts de ſon ſujet, de fables abſurdes dont à peine il doute; de citations d'auteurs faites toutes au long, l'un n'eût-il fait que copier l'autre mot à mot. Si malheureuſement il eût connu cent auteurs parlant des mouches luiſantes, il eût fait de ce chapitre un volume in-folio. Je ne crois pas que jamais mortel doué de quelque goût ait pu ſoutenir la lecture d'un pareil fatras.

artificiels, ſur leſquels on dit des choſes fort probables, & fondées ſur des cauſes chimiques bien démontrées. Mais à l'égard des phoſphores naturels, il n'a encore été dit rien de ſatisfaiſant. Leur explication tient ſans doute à une connoiſſance plus profonde de la nature du feu & de la lumiere.

Il y a des phoſphores naturels, il y en a qui ſont le produit de l'art, & ſur-tout de la chimie; ce qui nous fournit une diviſion naturelle de ce Supplément. Nous allons commencer par les phoſphores naturels.

SECTION PREMIERE.

Des Phoſphores naturels.

§. I. *De la Mer lumineuſe.*

QUOIQUE depuis bien des ſiecles les navigateurs aient dû s'appercevoir de ce phénomene, car il eſt commun à toutes les mers, & il n'eſt preſque aucun climat qui ne le préſente en certaines circonſtances, il ne paroît cependant pas qu'on y ait fait grande attention juſqu'à ces derniers temps. La plupart des marins étoient dans la perſuaſion que cette lumiere n'étoit qu'une réflexion de celle des étoiles, ou de celle du vaiſſeau même; d'autres, la regardant comme une vraie lumiere, l'imputoient au choc des ſoufres & des ſels; &, contents de cette explication vague, ils daignoient à peine faire attention au phénomene.

Ce phénomene étoit cependant bien digne d'être approfondi, & préſente des circonſtances tout-à-fait remarquables. Nous l'allons expoſer tel que nous l'avons vu dans une traverſée d'Europe à la côte de la Guyane, en 1764.

Je ne me rappelle pas que nous ayions vu la mer lumineuſe avant notre arrivée entre les tropiques; mais à cette époque, & quelques ſemaines avant notre arrivée aux atterrages, je remarquai preſque conſtamment que le ſillage du vaiſſeau étoit parſemé d'une multitude d'étincelles lumineuſes, & d'autant plus lumineuſes que l'obſcurité étoit plus parfaite; l'eau enfin qui choquoit le gouvernail en étoit toute brillante; & cette lumiere s'étendoit, en diminuant inſenſiblement, ſur tout le ſillage. Je remarquai auſſi que ſi quelque manœuvre trempoit dans l'eau, elle produiſoit le même effet.

Mais ce fut près des atterrages que le ſpectacle ſe montra dans toute ſa beauté. Il ſouffloit un petit frais, & toute la mer étoit couverte de petites lames, qui ſe briſoient après avoir roulé quelque temps. La briſure étoit éclatante de lumiere; enſorte que toute la mer, tant que la vue pouvoit s'étendre, paroiſſoit couverte d'un feu qui s'allumoit & s'éteignoit alternativement. Ce feu avoit dans la haute mer, c'eſt-à-dire à 50 ou 60 lieues des côtes de l'Amérique, un ton rougeâtre. Je fais cette remarque, parceque je ne ſçache pas que perſonne ait encore obſervé un phénomene que je vais décrire.

Lorſque nous fûmes dans les eaux vertes *, le

* L'eau de la mer, du moins de l'Océan Atlantique, loin des côtes, eſt d'un bleu foncé; mais aux atterrages,

ſpectacle changea. Le même petit frais continuoit ; mais la nuit que nous voguâmes, faiſant petites voiles, entre le 3e & le 4e degré de latitude nord, le feu que j'ai décrit plus haut prit un ton tout-à-fait blanc, & ſemblable à la lumiere de la lune, qui du reſte n'étoit pas ſur l'horizon. Le deſſus des petites lames dont toute la ſurface de la mer étoit criſpée, paroiſſoit comme un drap d'argent, au lieu que la nuit précédente il reſſembloit à un drap d'or rougeâtre. Je ne puis exprimer combien ce ſpectacle m'amuſa & m'intéreſſa.

La nuit ſuivante je le vis encore plus beau, mais plus effrayant par les circonſtances où je me trouvois. Le vaiſſeau avoit mouillé aſſez loin de terre, en attendant, pour entrer au port de Cayenne, la nouvelle lune qui étoit prochaine. Je me mis ſur le ſoir dans le canot, avec quelques autres paſſagers preſſés de coucher à terre. A peine fûmes-nous à une lieue du vaiſſeau, que nous entrâmes dans un parage d'autant plus houleux, que la mer montoit aidée d'un vent de ſud-eſt aſſez frais. Bientôt nous vîmes des lames épouvantables qui, en ſe déployant à notre arriere, venoient fondre ſur nous. Mais quel ſpectacle, ſi

---

c'eſt à-dire à 20 ou 25 lieues de la côte de la Guyane, cette eau change tout-à-coup de couleur, & eſt d'un beau vert. On reconnoît à cela qu'on eſt près de terre. Ce changement eſt probablement cauſé par les eaux vaſeuſes & jaunâtres de la riviere des Amazones ; car on ſçait que le bleu & le jaune forment du vert. Mais une circonſtance remarquable, c'eſt que ce changement eſt abſolument tranché ; il ne ſe fait point par degrés, mais tout-à-coup, & dans un intervalle qui, jugé de deſſus le pont, ne me parut pas avoir un pied de largeur.

nous

nous n'euſſions pas été en danger! Qu'on ſe figure un rouleau de drap d'argent d'un quart de lieue de largeur, développé avec rapidité, & tout éclatant de lumiere : tel étoit l'effet de ces lames, dont heureuſement deux ou trois ſeulement nous atteignirent avant que de briſer. Cela fut fort heureux pour nous, car elles nous laiſſerent à moitié pleins d'eau ; & une de plus, en me rendant la proie des requins, m'eût certainement affranchi de la peine de refondre le bon M. Ozanam.

Il n'eſt preſque point de mers où l'on n'obſerve quelquefois le phénomene de cette lumiere ; mais il y a des parages où elle eſt beaucoup plus lumineuſe que dans d'autres. En général, elle l'eſt plus dans les pays chauds & entre les tropiques qu'ailleurs : elle l'eſt ſinguliérement ſur les côtes de la Guyane ; aux environs des iſles du Cap-Verd ; près des iſles Maldives & de la côte de Malabar, où, ſuivant l'obſervation de M. Godeheu de Riville, elle préſente un ſpectacle fort reſſemblant à celui que nous avons décrit.

Un phénomene ſi ſurprenant devoit exciter l'attention des phyſiciens ; mais, juſqu'à ces derniers temps, on s'étoit borné à des explications vagues : on mettoit en jeu des ſoufres, des nitres, dont il n'y a pas un atôme dans la mer ; & l'on croyoit avoir bien raiſonné.

M. Vianelli, phyſicien Italien, eſt le premier, à ce qu'il nous paroît, qui ait cherché, à l'aide de l'obſervation, à démêler la cauſe de cette lumiere ; & cela l'a conduit à une découverte fort étrange. Remarquant que l'eau de la mer brilloit beaucoup près de Chioggia, & que la lumiere étoit concentrée dans de petits points brillants, il eut l'idée de les examiner au microſcope ; & il

découvrit que ces points lumineux étoient de petits insectes ressemblants à des vers, ou plutôt à des chenilles composées de douze articulations ; qu'à la différence de nos vers luisants, ils brillent dans toute l'étendue de leur corps ; que quand ils sont dans un repos parfait leur lumiere cesse, mais qu'elle reparoît quand ils s'agitent. Ceci explique pourquoi les coups de rame, le choc de l'eau contre le gouvernail, le brisement des vagues, font étinceler ces parties, sans que le surplus de l'eau soit rendu lumineux. Ces observations ont été confirmées par M. l'abbé Nollet, qui fit peu de temps après le voyage de l'Italie.

Il paroît cependant que l'insecte lumineux qui fait briller les eaux de la mer, n'est pas par-tout le même. M. Godeheu de Riville, observant ces points lumineux dans la mer de l'Inde, entre les Maldives & la côte de Malabar, a vu un insecte tout différent des vers à douze anneaux de M. Vianelli. Cet insecte ressemble assez à celui qu'on appelle *la puce d'eau ;* & il est renfermé entre deux coquilles transparentes, qui représentent assez bien la forme d'un rein entr'ouvert. Le siége de la liqueur lumineuse paroît être une espece de grappe de petits grains ronds, qui, lorsqu'on presse l'insecte, rendent une liqueur lumineuse : elle se mêle alors à l'eau ; & comme elle est d'une nature huileuse, elle s'y rassemble en forme de petits globules éclatants, ou de petites gouttes rondes, sur la surface. Apparemment l'insecte n'est déterminé à lâcher cette liqueur phosphorique, que par le choc & l'agitation, ou dans certaines autres circonstances ; & voilà pourquoi la mer n'est lumineuse que quand elle est agitée, & dans certains temps beaucoup plus que dans d'autres. *Voyez*

les Mémoires des Sçavants étrangers, Tome III.

M. Rigault a vu dans les mers entre l'Europe & l'Amérique, un autre insecte qui n'est ni le ver de M. Vianelli, ni la puce d'eau de M. Godeheu, mais une espece de polype presque sphérique, à un bras seulement.

Enfin M. Leroy, médecin de Montpellier, n'a vu ni ver, ni puce d'eau, ni polype, mais seulement des globules d'une matiere phosphorique, sur lesquels il a fait diverses expériences pour reconnoître quelle circonstance leur rendoit leur lumiere, & quelle autre la leur faisoit perdre. Il en est conduit à conclure que, quoique MM. Vianelli, &c. aient légitimement attribué la lumiere de la mer à des insectes, ou à une liqueur qu'ils portent en eux & qu'ils répandent, cette cause n'est pas unique; mais qu'elle peut être due aussi à une matiere phosphorique qui se trouve dans l'eau de la mer, & qui s'y engendre par une combinaison particuliere de principes qui y sont répandus; que cette matiere ne luit pas toujours, mais devient lumineuse par diverses causes, comme le choc des particules d'eau les unes contre les autres, le contact de l'air, le mélange avec certaines liqueurs. *Voyez* les Mém. des Sçav. étrang. Tome III.

§. II. *De quelques Insectes lumineux.*

Si ces êtres que nous foulons souvent aux pieds, tiennent dans le regne animal une place bien petite, nous dirions même mépriſable, la nature, qui semble tout compenser, a donné à plusieurs des propriétés bien extraordinaires, & que les plus gros animaux pourroient leur envier: telle est celle de la lumiere, dont plusieurs sont doués. Je ne connois en effet aucun gros animal qui en jouisse

pendant qu'il eſt vivant ; mais il y a pluſieurs inſectes qui jettent de la lumiere, & il paroît que c'eſt à leur gré. A quoi leur ſert cette lumiere ? comment eſt-elle produite ? Voilà des problêmes que nous n'entreprendrons pas de réſoudre ; nous nous bornerons à des faits.

1. *Du Ver luiſant de notre pays.*

Il n'eſt perſonne qui ne connoiſſe ce petit inſecte ; car il n'eſt perſonne qui, ſe promenant dans une belle nuit d'été à la campagne, n'ait été frappé de cette petite lumiere qu'on apperçoit aſſez fréquemment au bas des buiſſons.

Le ver luiſant, appelé *lampyris* par les Grecs ; *cicendula* par les Latins, eſt un inſecte qui n'a rien de remarquable à l'extérieur ; il reſſemble aſſez à la cloporte, ſinon qu'il eſt beaucoup plus petit & beaucoup moins large à proportion : ce n'eſt que par le dernier anneau où eſt ſitué l'anus, qu'il jette la lumiere qui le diſtingue des autres animaux de cette claſſe. Cette lumiere eſt d'un pâle verdâtre ; & l'animal la montre ou la cache à ſon gré. On ſoupçonne que c'eſt par cette lumiere que ce ver, qui eſt, dit-on, toujours la femelle, attire ſon mâle, qui eſt ailé, & qui ne brille point. A la vérité, ceci eſt un peu conjectural ; & M. de Geer, célebre naturaliſte Suédois, conteſte, d'après quelques obſervations, la réalité de cette conjecture.

Un inſecte auſſi ſingulier méritoit ſans doute d'être chanté par les poëtes ; auſſi l'a-t-il été par le célebre évêque d'Avranches, M. Huet, dans un poëme intitulé *Lampyris*, qui eſt fort eſtimé de ceux qui aiment la poéſie latine ; il commence ainſi :

Quæ nova per cæcas ſplendeſcit ſtellula noctis
Sepibus in noſtris? an ab æthere lapſa ſereno
Aſtra cadunt, tacitis an captant frigora ſilvis?
Si quando ardentis cœperunt tædia cœli.
Non ità, ſed duris fruſtrà exercita matris
Imperiis, ſentes luſtrat Lampyris opacos,
Si fortè amiſſum poſſit reperire monile.

Il feint dans la ſuite du poëme, que la nymphe Lampyris, ayant perdu ſon collier, eſt chaſſée par ſa mere, & que, aidée d'une lanterne, elle le cherche dans les bois. Tout cela paroiſſoit charmant dans le ſiécle paſſé; je ne ſçais ſi celui-ci en jugera de même, ni lequel des deux aura tort.

2. *De la Mouche luiſante des pays chauds.*

Tel eſt l'inſecte lumineux de nos climats; mais les pays plus tempérés ont été davantage favoriſés par la nature. Leurs vers luiſants ſont ailés: on les rencontre en Italie preſque après avoir franchi les Alpes; & ils ſont plus fréquents, à meſure qu'on approche des parties de l'Italie les plus méridionales. C'eſt un ſpectacle des plus curieux que celui qu'ils préſentent dans une belle nuit d'été: on les voit en effet voltiger de tous côtés dans l'obſcurité; on ne peut faire un pas dans une prairie, ſans voir ces petits animaux partir de côté & d'autre, & tracer leur route par un ſillon de lumiere. Je n'ai pas joui de ce ſpectacle en Italie, mais je l'ai vu dans l'Amérique méridionale.

Il paroît au reſte que l'inſecte volant & luiſant de l'Italie & de l'Amérique, eſt tout différent du

verſifiant même mâle de notre climat. J'avoue n'y avoir pas donné pendant mon ſéjour en Amérique une attention ſuffiſante ; j'étois occupé de ſoins bien plus embarraſſants & plus intéreſſants : mais ce qu'il y a de certain, c'eſt que cet inſecte ne brille que quand il vole. Apparemment la partie de ſon corps qui eſt brillante, eſt cachée par ſes ailes ou ſes fourreaux, pendant qu'elles ſont appliquées ſur ſon corps. Je n'ai trouvé nulle part une bonne deſcription de cet inſecte remarquable. Il tient beaucoup de la forme d'une mouche.

On ſent aiſément que ces inſectes lumineux ont dû donner à quelques hommes l'eſpérance d'en former un phoſphore perpétuel. On a fait bien des épreuves pour cet effet ; mais quoique, l'animal étant coupé en deux, ſa partie poſtérieure conſerve encore quelque temps de la lumiere, elle s'éteint peu à peu ; & tous les efforts tentés juſqu'à préſent pour la conſerver, ont été inutiles. Il eſt vrai que quelques auteurs ont donné des recettes pour parvenir à cet objet ; mais c'étoient ou des gens trompés ou des charlatans : il eſt conſtant que leurs prétendus procédés ne réuſſiſſent point.

3. *Du Cucuyo de l'Amérique.*

Voici encore une richeſſe en ce genre que poſſede l'Amérique ; c'eſt le Cucuyo. Les Caraïbes ont donné ce nom à un aſſez gros Scarabée qu'on trouve dans les îles du golfe du Mexique, & dans le Mexique même : ſa lumiere réſide dans ſes yeux, & dans deux parties de ſon corps qui ſont recouvertes par les fourreaux de ſes ailes. On prétend que cinq ou ſix de ces Scarabées ſuffiſent pour donner la lumiere néceſſaire pour ſe conduire dans l'obſ-

curité la plus profonde ; que les naturels du pays les attachent enſemble vivants, & s'en ſont, par cette raiſon, des eſpeces de colliers pour ſe guider à travers les bois ; & qu'ils les emploient enfin dans leurs caſes pour s'éclairer dans leurs travaux nocturnes ; ce que j'ai peine à croire.

4. *Du Scarabée de la Guyane.*

Un haſard fort ſingulier a fait voir en France un inſecte lumineux aſſez reſſemblant au Cucuyo, & peut-être le même. On avoit apporté de Cayenne, en 1764 & les années ſuivantes, beaucoup de bois de marqueterie ; car cette colonie en abonde, &, par des raiſons que je crois mal entendues, cette richeſſe eſt à peu près perdue pour elle. Un ébéniſte avoit acheté une bille de ce bois, &, en attendant l'emploi, la conſervoit chez lui. Sa femme entendit une nuit quelque bruit comme d'un animal qui bourdonne en voltigeant, & apperçut bientôt une vive lumiere attachée à ſa croiſée. Après quelques moments de frayeur, elle y courut, & trouva un inſecte du genre des Coleopteres, (ou inſectes dont les ailes ſont recouvertes par des fourreaux,) qui jetoit par la partie poſtérieure de ſon corps un ſi vif éclat, que toute la chambre en étoit éclairée. L'inſecte fut enſuite donné à M. Fougeroux, qui en a conſigné la deſcription & l'hiſtoire dans les Mémoires de l'Académie, année 1766.

Il y a grande apparence, ou, pour mieux dire, il eſt certain que l'animal étoit venu dans la bille de bois, en état de nymphe, où elle étoit cachée dans quelque trou : le temps de ſon développement étant arrivé, l'animal eſt ſorti de ſa retraite, & a paru ſous la forme de Scarabée.

Si ce n'eſt pas le Cucuyo des îles de l'Amérique ou de la Nouvelle-Eſpagne, c'eſt un quatrieme inſecte qui jouit de la propriété de jeter de la lumiere.

§. III. *De quelques autres Corps phoſphoriques.*

Nous allons parcourir ici briévement un grand nombre d'autres corps phoſphoriques.

1. *Les Yeux de divers animaux.*

La nature a deſtiné pluſieurs animaux à chercher leur pâture pendant la nuit; tels ſont, parmi les quadrupedes, le tigre, le chat qui n'eſt qu'un tigre nain, le loup, le renard, &c; & parmi les oiſeaux, la chouette, le chat-huant, &c. Il leur falloit un flambeau pour les conduire; elle le leur a donné dans leurs yeux, car ils ſont éclatants de lumiere; & c'eſt ſans doute au moyen de cette lumiere qu'ils ſe conduiſent dans l'obſcurité. Comme ils ont la rétine extrêmement ſenſible, la lumiere de leurs yeux éclaire les objets ſuffiſamment pour eux : ajoutez à cela que la nature les a favoriſés d'une très-grande ouverture de prunelle, ce qui multiplie la quantité de lumiere qui aborde à leur rétine. Telle eſt probablement le mécaniſme par lequel ces animaux voient pendant la nuit; l'extrême ſenſibilité de leur rétine leur rend le jour incommode, & même en aveugle quelques-uns.

Il eſt à remarquer que ces animaux paroiſſent être les maîtres de rendre leurs yeux lumineux. J'ai vu ſouvent ſans lumiere ceux d'un chat que j'avois, d'autres fois ils étoient comme un charbon ardent.

Le chien n'eſt pas entiérement dépourvu de cette propriété; j'ai vu pluſieurs fois étinceler les yeux de cet animal.

Enfin l'on prétend qu'il y a des hommes qui jouiſſent de cette propriété : on dit que Tibere y voyoit pendant la nuit ; & l'on raconte la même choſe de quelques autres. Le plus ſingulier exemple de cette faculté, eſt celui d'un ſolitaire qui, au rapport de Moſchus dans ſon *Pré ſpirituel*, n'avoit jamais eu beſoin de lampe pour ſes travaux & ſes lectures nocturnes. *Quis credet hæc !* Je crois que ceux qui ajouteront foi au récit de cet agiographe, ne ſont pas éloignés de mériter d'être mis dans un pré, *cum aſinis & jumentis.*

2. *Le Diamant de Clayton.*

Ce diamant a eu une grande célébrité, &, s'il n'étoit pas un des plus beaux de ſon eſpece, cela étoit bien racheté par la propriété unique dont il jouiſſoit. Il ſuffiſoit en effet de le frotter dans l'obſcurité contre quelque étoffe ſeche, ou contre ſes doigts, & il brilloit alors d'une lumiere foible & blanchâtre. Le célebre Boyle a fait un aſſez grand nombre d'obſervations ſur ce diamant, dont il rendit compte à la Société royale de Londres en 1668, & il ne fait aucune difficulté de l'appeler une pierre précieuſe unique en ſon eſpece, *gemma ſui generis unica ;* car du moins alors on ne connoiſſoit aucune autre pierre qui fût douée de cette propriété : j'ai néanmoins ouï dire que, depuis ce temps, on a trouvé d'autres diamants que le frottement rendoit brillants dans les ténebres. Ce diamant ſingulier fut acquis par le roi d'Angleterre Charles II.

C'eſt ici le lieu de dire un mot de l'eſcarboucle, prétendue pierre brillante dans l'obſcurité ; mais nous n'en parlons que pour dire que cette propriété de l'eſcarboucle eſt abſolument fabuleuſe :

l'eſcarboucle eſt un rubis, mais aucun rubis ni autre pierre précieuſe ne luit dans l'obſcurité; enfin ce n'eſt là qu'une fable populaire.

Remarquons encore ici que cette lumiere n'eſt pas proprement phoſphorique, mais du genre des lumieres électriques. Le diamant eſt en effet ſuſceptible de devenir électrique par le frottement; il en eſt de même de la lumiere que rendent le ſucre quand on le rape, & divers autres corps frottés.

3. *Le Bois pourri.*

Il n'eſt pas rare de trouver dans les forêts des morceaux de bois pourri qui jettent une lumiere aſſez vive, & d'un blanc tirant ſur le bleu; il eſt même arrivé plus d'une fois que ce phénomene a cauſé de grandes frayeurs.

Malheureuſement tout bois pourri n'eſt pas phoſphorique, & l'on ignore ce qui le rend tel.

Du reſte, on doit ranger au nombre de fables puériles ce que raconte Joſephe d'une plante lumineuſe dans l'obſcurité, appelée *Baaras*, qu'on ne peut arracher ſans danger de mourir peu à près; mais on attache, dit-il, un chien à la plante déja preſque déracinée, & l'animal, en cherchant à rejoindre ſon maître, finit de l'arracher. Peut-on abuſer ainſi de la crédulité de l'eſpece humaine!

On doit ſans doute mettre au même rang ce que Pline rapporte d'une autre plante, appelée *Nictygretum*, qui croît, dit-il, dans la Gédroſie, & qui, arrachée avec ſa racine & ſéchée aux rayons de la lune pendant un mois, devient lumineuſe de nuit. Cela n'eſt pas abſolument impoſſible; mais cette plante ſeroit probablement connue de nos naturaliſtes, ainſi que l'*Aglao-phytis*, & la *Lunaire*,

à qui, ſur les témoignages d'Elien, on attribue la même propriété. On peut, quand un fait eſt raconté par Elien, parier cent contre un que c'eſt une fable.

4. *Les Vers des Huitres.*

On doit à un M. de la Voye la remarque de ce phoſphore naturel, dont il donna avis à M. Auzout en 1666.

Il s'engendre ſouvent dans les huitres de petits vers oblongs qui brillent dans l'obſcurité. Suivant la deſcription qu'il en fait, les uns ſont gros comme un petit fer d'aiguillette, & longs de cinq à ſix lignes; les autres ſeulement comme une groſſe épingle, & de trois lignes de longueur; les autres enfin beaucoup plus petits. Il en a auſſi trouvé de trois eſpeces; la premiere, avec des jambes au nombre de vingt-cinq environ de chaque côté. La ſeconde eſt de vers rouges, & ſemblables, à la groſſeur près, à nos vers luiſants de terre. Ceux de la troiſieme eſpece ſont bigarrés, & ont la tête comme celle de la ſolle. Ils ſe réſolvent facilement, & au moindre attouchement, en une matiere gluante qui conſerve ſa lumiere une vingtaine de ſecondes.

Telles ſont les obſervations de M. de la Voye, avec leſquelles ne s'accordent pas entiérement celles de M. Auzout, qui ne vit jamais qu'une matiere gluante étendue en longueur. Mais il faut obſerver que le dernier phyſicien ne fit ſes expériences, à ce qu'il paroît, que ſur des huitres vieilles, au lieu que le premier les fit ſur des huitres très-fraîches.

5. *Les Chairs corrompues.*

Les chairs corrompues ſont auſſi quelquefois ſu-

jettes à devenir lumineuſes dans l'obſcurité. Lémery rapporte qu'en 1696, on vit à Orléans une grande quantité de ces chairs lumineuſes : les unes l'étoient en totalité, les autres ſeulement en quelques points qui préſentoient l'apparence de petites étoiles. On craignit d'abord d'en manger ; mais l'expérience apprit qu'il n'y avoit aucun danger, & l'on reconnut qu'elle étoit tout auſſi bonne que d'autre. On remarqua que, chez quelques bouchers, la viande étoit preſque toute lumineuſe, chez d'autres ſeulement en partie.

Fabrice d'Aquapendente raconte pareille choſe d'un agneau acheté par trois jeunes gens de Rome. La moitié qu'ils n'avoient pas mangée ayant été réſervée, & la nuit étant venue, ils apperçurent que pluſieurs endroits de cette viande étoient lumineux : ils l'envoyerent à ce médecin, qui examina avec attention ce phénomene, & obſerva que la chair & la graiſſe brilloient d'une lumiere argentine, & qu'un morceau de chevreau qui y avoit touché brilloit lui-même ; les doigts de ceux qui la touchoient devenoient auſſi lumineux. Il obſerva auſſi que les endroits lumineux étoient plus mollaſſes. Il n'y a nul doute que ce phénomene ne s'obſervât plus ſouvent, ſi l'on entroit fréquemment dans les boucheries & les garde-mangers, ſans aucune lumiere.

6. *Divers Poiſſons ou parties de Poiſſons.*

Mais ce ſont ſur-tout les poiſſons & diverſes de leurs parties, qui préſentent le plus fréquemment ce phénomene.

C'eſt ordinairement lorſque ces poiſſons ou leurs parties approchent de la putréfaction, qu'ils acquie-

rent la propriété phoſphorique. *Leo Allatius* raconte dans une lettre à *Fortunius Licetus*, avoir éprouvé une ſorte de frayeur occaſionnée par des écreviſſes d'eau douce, jetées dans un coin par un valet négligent. Il décrit fort au long toute cette petite aventure, mais nous en ſupprimerons le détail, pour abréger.

Les dails ou glands de mer, apparemment déja très-avancés, ſont fort ſujets, ſuivant Pline & d'autres, à briller de cette maniere : ceux qui habitent les bords de la mer ſont à portée de l'éprouver.

Le fameux Thomas Bartholin a obſervé la même choſe ſur des polypes qu'il diſſéquoit, (c'eſt ainſi qu'il appeloit le poiſſon que nous connoiſſons ſous le nom de *la ſeche*) puiſqu'il dit qu'il contient une liqueur noire qu'on peut employer comme de l'encre. Cette lumiere, dit-il, s'écouloit de deſſous la peau, & étoit d'autant plus abondante, que l'animal approchoit davantage de la putréfaction.

Nous ne parlerons plus que de quelques expériences du docteur Beale, inſérées dans les Tranſactions philoſophiques de l'année 1666. On avoit fait bouillir des maquereaux frais dans de l'eau, avec du ſel & des herbes : quelques jours après, le cuiſinier remuant l'eau pour en tirer quelques-uns de ces poiſſons, remarqua qu'au premier mouvement, elle devint fort lumineuſe, ainſi que les poiſſons qui brilloient fortement à travers cette eau, devenue tranſparente ; quoique vue pendant le jour, elle parut opaque.

Les gouttes de cette eau étoient fort lumineuſes ; & par-tout où elles tomboient, elles laiſſoient une tache lumineuſe & large comme un denier : ceux

qui s'en frotterent les mains les avoient toutes reſplendiſſantes.

Nous nous ſommes bornés à rapporter des faits; car c'eſt encore tout ce qu'on peut dire ſur cet objet. On ne peut encore rien avancer de probable & de fondé ſur la cauſe de cette lumiere. La matiere globuleuſe de Deſcartes étoit aſſez commode pour expliquer ces phénomenes; car il ſuffiſoit de dire que la fermentation putride étant une eſpece de mouvement inteſtin, ce mouvement mettoit, ſelon les apparences, en action cette matiere globuleuſe dans laquelle conſiſte la lumiere. Mais malheureuſement cette matiere eſt reconnue aujourd'hui pour une chimere.

Addition du Cenſeur.

Il y a quelques inexactitudes dans ce qu'on a lu plus haut, concernant les inſectes lumineux des paragraphes 1, 2, 3, 4, de cette Section. L'auteur paroît s'être trop confié à ſa mémoire qui l'a induit en erreur, & il n'a pas connu tout ce qui a été écrit ſur cette matiere. On y va ſuppléer.

1. Le mâle du ver luiſant eſt un inſecte ailé de la claſſe des coleopteres, ou inſectes à fourreaux. Ces fourreaux ſont mous & flexibles. Il n'eſt pas depourvu entiérement de la faculté lumineuſe. M. Fougeroux nous apprend avoir pris pluſieurs fois dans l'obſcurité de ces mâles attirés par la lumiere de leur femelle, & il a obſervé qu'ils en jetoient eux-mêmes peu après l'accouplement.

2. La mouche luiſante d'Italie, connue vulgairement ſous le nom de *lucciola*, n'eſt rien moins qu'une mouche; c'eſt encore un inſecte à fourreaux, & très-approchant du mâle de notre ver luiſant: ce ſont les deux derniers anneaux de ſon corps qui ſont lumineux. On pourroit d'abord être tenté de croire que c'eſt cet inſecte

même à qui la chaleur du climat donne la faculté de briller, que celui de notre pays a même en certaines circonſtances. Mais il y a des différences qui ne permettent pas de les confondre ; & ce qui paroit exclure abſolument cette identité, c'eſt que dans les lieux où l'on trouve la *lucciola*, on ne trouve point le ver luiſant ordinaire, quoique ce dernier exiſte auſſi en Italie.

A l'égard de l'inſecte lumineux des pays chauds de l'Amérique, je n'en connois, pas plus que l'auteur, de deſcription exacte.

3. Ce que l'on a lu plus haut ſur l'inſecte lumineux de Cayenne, n'eſt pas entiérement exact ; & l'hiſtoire de ſa découverte a beſoin d'être réformée. Ce fut au mois de Septembre 1766, que deux femmes du fauxbourg Saint-Antoine, virent cet inſecte ſur la brune, comme un trait de lumiere traverſant les airs, & allant ſe repoſer ſur une croix. Elles crurent d'abord que c'étoit une de ces étoiles tombantes, ſi communes dans les nuits d'été. Mais la lumiere continuant, elles allerent avertir ceux qui habitoient la maiſon contre laquelle l'animal étoit venu ſe repoſer. On le prit, & il fut donné à M. Fougeroux pour l'examiner. Ce n'eſt que par conjectures qu'on dit que l'animal étoit venu de Cayenne. Mais ſa comparaiſon avec les inſectes de ce pays-là, le fait reconnoître pour habitant de ce climat ou d'un climat voiſin. C'eſt un coleoptere, connu ſous le nom de *maréchal*, & de la claſſe de ceux qui étant mis ſur le dos, s'élancent en l'air comme un reſſort qui ſe débande ; ce qui leur a fait donner le nom d'*elater*. Cet inſecte a un pouce & demi de longueur, & ſa lumiere réſide dans deux protubérances alongées qu'il porte ſur la partie poſtérieure & latérale du corſelet. Il en jette auſſi dans certaines poſitions par la ſéparation du corps avec le corſelet, & probablement par celles des anneaux du corps les uns avec les autres. Cette lumiere eſt d'une belle couleur verte, & aſſez vive pour que l'inſecte, mis dans un cornet de papier, ſerve d'un fanal pour lire les caracteres les plus fins à quelques pouces de diſtance. Cet inſecte exiſte auſſi à la Jamaïque, M. Brown l'a décrit ſous le nom d'*elater major fuſcus phoſphoricus*. Il y en a effectivement, ſoit à la Jamaïque, ſoit à Saint-Do-

mingue, une autre eſpece plus petite, & auſſi phoſphorique.

4. Ce que l'auteur dit du cucuyo de l'Amérique, ſçavoir, qu'il jette la lumiere par les yeux & deux parties au deſſous des fourreaux, ne paroît pas exact. Il pourroit bien ſe faire que les voyageurs non naturaliſtes qui en ont parlé, euſſent mal vu.

5. Il y a quelques autres inſectes lumineux, dont l'auteur n'a point parlé. Le *porte-lanterne* ou *acudia*, que M. de Réaumur range dans la claſſe des pro-cigales, ou une claſſe fort approchante de celle de la cigale; le *vielleur* ſcarabée de Surinam; nous n'en connoiſſons, ainſi que l'auteur, aucune deſcription aſſez bien faite pour déterminer en quoi ils different du cucuyo, & les uns des autres. Telle eſt encore la *cigale porte-lanterne* de la Chine, dont M. Linnæus a donné une deſcription dans les *Actes de Stockholm*; mais l'animal étant mort, ce ſçavant naturaliſte n'a pu nous inſtruire par quelle partie l'animal eſt lumineux: il ſoupçonne que c'eſt par ſa trompe, ce qui ne me paroît pas probable. Il y a enfin auſſi à Madagaſcar un inſecte à peu près ſemblable, connu ſous le nom de *herecherche*, qui luit pendant la nuit; Mais ſa deſcription m'eſt inconnue.

6. Le diamant de Clayton a été reputé pendant long-temps l'unique qui brillât dans l'obſcurité. Mais M. Dufay a trouvé, par un grand nombre d'expériences ſur quantité de diamants, que pluſieurs d'entr'eux participoient de cette propriété, ſans néanmoins avoir pu decouvrir ce qui la donnoit aux uns, & pourquoi les autres ne l'avoient pas. M. Beccari, phyſicien célebre de Boulogne, a fait dans le même temps des expériences ſemblables, qui confirment la découverte de M. Dufay. Ce phyſicien a auſſi découvert que la claſſe des corps phoſphoriques eſt beaucoup plus conſidérable qu'on ne le penſe vulgairement; & il réſulte de ſes expériences, que les corps phoſphoriques qui ont frappé l'attention des phyſiciens, ne l'ont fait que parceque cette faculté ſe ſoutient pendant plus long-temps; mais qu'un très-grand nombre de corps paroiſſent lumineux à un œil plongé dans une obſcurité profonde, lorſqu'ils ſont tranſportés fort promptement de la lumiere dans l'ombre.

7.

7. Les glands de mer ſont éminemment doués de la propriété phoſphorique, non pas quand ils approchent de la putréfaction, comme on l'a dit plus haut, mais quand ils ſont vivants & frais, au point d'être bons à manger. Les obſervations de MM. Beccari, Monti & Calcati de Boulogne, ſur ces poiſſons marins, ſont fort anciennes; elles confirment parfaitement, & étendent beaucoup ce que Pline le naturaliſte avoit dit ſur ce ſujet. Voyez auſſi un Mémoire de M. de Réaumur ſur le même objet, *Mém. de l'Acad.* année 1723.

SECTION II.

Des Phoſphores artificiels.

CE que la nature produit en quelques circonſtances, l'art, aidé de l'obſervation, eſt parvenu à l'imiter dans les phoſphores artificiels; mais avant d'expoſer ces opérations curieuſes, il faut faire une diſtinction que les chimiſtes & les phyſiciens modernes ont introduite, & qui eſt néceſſaire.

On a continué d'appeler du nom de *phoſphore*, ces corps qui jettent de la lumiere ſans chaleur ſenſible; mais lorſqu'un corps non-ſeulement jette de la lumiere, mais s'enflamme de lui-même étant expoſé à l'air, on lui donne le nom de *pyrophore*. Auſſi on dit le pyrophore d'Homberg, pour déſigner cette compoſition d'alun & de matiere animale ou végétale, qui, expoſée à l'air, prend feu. Le phoſphore d'Angleterre eſt à-la-fois phoſphore & pyrophore; car, expoſé à l'air en maſſe, il brûle & ſe conſume comme le ſoufre, dont il eſt une eſpece ſinguliere: mais, extrêmement atténué, & mélangé avec une liqueur, il ne fait que la rendre lumineuſe ſans chaleur.

§. I. *Expérience phoſphorique*, ou *brûler de la poudre à canon ſans exploſion.*

Prenez une tuile, que vous ferez chauffer aſſez fortement, & portez-la dans un lieu obſcur. Pendant qu'elle ſe refroidira, vous y jetterez deſſus, de temps à autre, des grains de poudre, qui d'abord s'enflammeront. Laiſſez-la davantage ſe refroidir, juſqu'à ce que la poudre ne détonne plus. Alors vous la couvrirez de poudre. Cette poudre, parvenue au degré de chaleur de la tuile, jettera dans les ténebres une lumiere foible ou une flamme légere, qui conſumera tout le ſoufre, ſans néanmoins faire détonner le nitre.

On voit par-là que le ſoufre commun eſt ſuſceptible de deux combuſtions; l'une douce & tranquille, qui ne ſçauroit même allumer le charbon, car autrement le nitre détonneroit; l'autre violente, qui brûle & allume les corps combuſtibles contigus.

§. II. *De la Pierre de Boulogne.*

On donne à ce phoſphore le nom de *la pierre de Boulogne*, parceque les premiers phoſphores de cette eſpece ſe faiſoient avec une pierre qui ſe trouvoit ſeulement au pied du mont Paterno, près de cette ville. Un cordonnier, nommé *Vincenzo Caſciarolo*, fut le premier qui s'apperçut de la propriété qu'avoient ces pierres de luire dans l'obſcurité après avoir été calcinées. Il travailloit au Grand-Œuvre; & il crut, à l'aſpect du brillant de ces pierres, qu'elles contenoient ou des métaux, ou un principe propre à remplir ſon

objet : il les fit rougir dans un creuſet. Le haſard lui en ayant enſuite fait porter une dans un lieu obſcur, ſon éclat le frappa, & il publia ſa découverte. C'eſt ainſi que le phoſphore de Boulogne a été découvert. Voici comment le font les chimiſtes modernes.

On prend une de ces pierres ; & après l'avoir dépouillée de toutes ſes parties hétérogenes, on la lime avec une groſſe lime tout à l'entour, pour avoir une certaine quantité de pouſſiere. On trempe enſuite la pierre dans de la glaire d'œuf, & on la roule dans cette poudre, enſorte qu'elle en ſoit toute ſaupoudrée juſqu'à une certaine épaiſſeur. La pierre étant ſeche, on la place dans un fourneau rempli de charbons, de maniere qu'elle en ſoit recouverte & environnée. On met le feu à ce charbon ; & quand le tout eſt conſumé, la pierre eſt calcinée au point déſiré. On peut la tranſporter dans un lieu obſcur, & on la voit éclater d'un brillant ſingulier, qui va pourtant en s'affoibliſſant peu à peu, & qui ceſſe après quelques minutes. Mais cet éclat renaît en expoſant de nouveau la pierre à la lumiere du jour pendant quelque temps. On conſerve ces pierres dans un lieu ſec, enveloppées de coton également bien ſec. Elles perdent néanmoins peu à peu leur faculté de s'imprégner de la lumiere, mais on la leur rend en les faiſant calciner de nouveau.

La pierre de Boulogne eſt, par les obſervations qu'ont faites les naturaliſtes, une de ces pierres qu'ils connoiſſent ſous le nom de *ſpath fuſible*. Il entre dans leur compoſition de l'acide vitriolique. Cela a donné lieu à M. Margraf, célebre chimiſte, l'idée d'eſſayer ſi tous les autres ſpaths fuſibles n'étoient pas doués de la même propriété. Il

a trouvé que, traités de la maniere convenable, ils devenoient tous lumineux. Voici de quelle maniere on les prépare & les calcine, ſuivant ſa méthode.

Après les avoir bien nettoyés des parties hétérogenes, on les fait rougir dans un creuſet, enſuite on les réduit en pouſſiere très-fine dans un mortier de verre ou de porphyre. On fait après cela, avec de la gomme adragant ou du blanc d'œuf, & cette poudre, de petits gâteaux d'une ligne d'épaiſſeur au plus, & de la grandeur qu'on veut. Enfin on les calcine de la maniere ſuivante, après les avoir fait deſſécher à une aſſez forte chaleur.

Il faut avoir un fourneau de réverbere ordinaire, qu'on remplit de charbon juſqu'aux trois quarts de ſa hauteur; on poſe à plat les gâteaux ci-deſſus, & on les recouvre de charbons. On allume le fourneau; & quand tous les charbons ſont conſumés & refroidis, on trouve les gâteaux calcinés: on les prend, & on les nettoie de cendres au moyen du vent d'un ſoufflet; on les renferme comme on a dit plus haut; & quand on veut faire l'expérience, on les expoſe quelque temps à la lumiere, après quoi on les tranſporte dans un lieu obſcur: ils y paroiſſent brillants comme des charbons ardents, ſi on a tenu pendant quelques minutes les yeux fermés.

Quelle eſt la cauſe d'un phénomene auſſi ſingulier? Voici ce qu'ont dit de plus probable d'habiles chimiſtes.

Quand on conſidere que l'on ne fait de phoſphore ſemblable qu'en brûlant, au moyen du charbon, des pierres qui contiennent de l'acide

vitriolique *, on eſt conduit à penſer qu'il ſe forme dans cette opération une eſpece de ſoufre extrêmement combuſtible, & dans lequel l'action ſeule du jour ou de la lumiere eſt capable de produire cette combuſtion lente & preſque ſans chaleur, dont nous avons vu que le ſoufre commun lui-même eſt ſuſceptible. Cette combuſtion ne ſe manifeſte que par la lumiere foible qu'elle répand de même. Elle ceſſe par l'abſence de la cauſe qui l'a produite, & la pierre ceſſe d'être lumineuſe.

Parmi pluſieurs raiſons qui confirment cette explication, il en eſt une entr'autres qui eſt d'un grand poids : c'eſt que ſi, après que la pierre a ceſſé de luire, & ſans l'expoſer de nouveau à l'action du jour, on ſe contente de la placer dans l'obſcurité ſur une plaque de fer échauffée, ſans l'être aſſez pour jeter aucune lumiere, elle devient auſſi-tôt lumineuſe. On peut encore ajouter à cette raiſon, celle de l'odeur qu'exhale la pierre de Boulogne après ſa calcination ; car cette odeur eſt préciſément celle du ſoufre. Mais, ſur tout ceci, nous invitons à conſulter le *Dictionnaire de Chimie* de M. Macquer, à l'article *Phoſphores pierreux* ; on y trouvera des développements de cette explication, que nous ne pouvons donner ici.

§. III. *Du Phoſphore de Baldwin* ou *Baudouin.*

Ce phoſphore, ainſi que le ſuivant, a beaucoup d'affinité avec celui de la pierre de Boulogne ; car, tout comme ce dernier eſt certainement

* M. Margraf du moins le prétend, quoique M. Dufay ait dit avoir fait le phoſphore de Boulogne avec des pierres purement calcaires.

une combinaiſon de l'acide vitriolique avec le phlogiſtique, de même celui de Baldwin eſt une combinaiſon de l'acide nitreux avec ce même principe. En voici le procédé.

Prenez de la craie blanche très-pure, que vous diſſoudrez dans de bon eſprit de nitre ; après quoi vous filtrerez la ſolution, & vous ferez évaporer l'humidité juſqu'à ce que le réſidu ſoit bien ſec ; il faudra mettre enſuite ce réſidu dans un bon creuſet, de la capacité convenable & médiocrement creux ; vous le placerez dans un fourneau de réverbere pendant une heure ; enfin vous mettrez cette matiere ainſi calcinée dans une bouteille garnie d'un bouchon de verre : vous aurez le phoſphore de Baldwin.

Sa propriété eſt de reluire dans l'obſcurité, comme celui de Boulogne, quand il a été expoſé dans ſa bouteille ouverte à la lumiere du jour. Mais comme il a le défaut d'aſpirer l'humidité, il ne tarde pas de perdre ſa propriété.

§. IV. *Phoſphore de M. Homberg.*

Prenez une partie de ſel ammoniac en poudre, & deux parties de chaux vive éteinte à l'air ; mêlez-les exactement, rempliſſez-en un creuſet, & mettez-le à un petit feu de fonte. Sitôt que le creuſet commencera à rougir, votre mélange commencera à ſe fondre ; mais comme il s'éleve & ſe gonfle dans le creuſet, vous le remuerez avec une baguette de fer, de peur qu'il ne ſe répande. Auſſitôt que cette matiere ſera fondue, verſez-la dans un baſſin de cuivre : après qu'elle ſera refroidie, elle paroîtra griſe & comme vitrifiée. Si l'on frappe deſſus avec quelque choſe de dur, comme

avec du fer, du cuivre, ou autre choſe ſemblable, on la verra un moment en feu dans toute l'étendue où le coup aura porté. Mais comme cette matiere eſt fort caſſante, on n'en ſçauroit réitérer ſouvent l'expérience. Pour y remédier, M. Homberg s'eſt aviſé de tremper dans le creuſet où cette matiere étoit en fonte, de petites barres de fer & de cuivre, leſquelles s'en ſont couvertes comme d'un émail. Sur ces barres émaillées on peut frapper, & faire cette expérience commodément & pluſieurs fois, avant que la matiere s'en ſépare.

Il faut remarquer que l'émail phoſphorique qui s'attache ſur ces barres, s'humecte facilement à l'air; c'eſt pourquoi il faut les tenir dans un lieu ſec & chaud; par ce moyen, elles conſerveront pendant aſſez long-temps leur propriété.

§. V. *Phoſphore en poudre, ou de M. Canton.*

Voici encore un phoſphore fort analogue à celui de la pierre de Boulogne & à celui de Baldwin.

Il faut prendre des coquilles d'huîtres ordinaires, & les bien faire calciner, en les tenant dans un feu ordinaire pendant une demi-heure: on achevera enſuite de les pulvériſer, & l'on en prendra la poudre la plus fine, que l'on mêlera avec un tiers de ſon poids de fine fleur de ſoufre: on placera ce mélange dans un creuſet, qu'on remplira juſqu'au bord, & qu'on tiendra pendant une bonne demi-heure au moins au milieu des charbons ardents, enſorte qu'il ſoit bien rouge: on le laiſſera enſuite refroidir; & la matiere contenue dans le creuſet, étant pulvériſée encore s'il

en eſt beſoin, ſera un phoſphore qu'il ſuffira d'expoſer pendant quelques minutes à la lumiere du jour, pour rendre une lumiere aſſez vive dans l'obſcurité.

Ceux qui auront conçu la nature du phoſphore de Boulogne, n'auront pas de peine à voir que celui de M. Canton n'eſt proprement que la même choſe; car la pierre de Boulogne, les ſpaths fuſibles auxquels on a reconnu la propriété phoſphorique, ne ſont que des combinaiſons de l'acide vitriolique avec des terres calcaires. Le mélange du ſoufre avec la craie, dans le procédé de M. Canton, fournit cet acide vitriolique & le phlogiſtique, ſans leſquels des matieres calcaires ne peuvent devenir phoſphoriques.

M. Dufay, de l'Académie royale des Sciences, étoit déja parvenu à faire des phoſphores avec des pierres calcaires combinées avec le phlogiſtique.

§. VI. *Du Pyrophore d'Homberg.*

Voici encore une invention chimique due au haſard. On avoit aſſuré au célebre Homberg qu'on pouvoit tirer des excréments humains une huile blanche & nullement fétide, qui avoit la propriété de fixer le mercure. Il travailla ſur cette matiere, & il en tira en effet une huile blanche & ſans odeur. Elle ne fixa pas le mercure. Mais ayant expoſé à l'air le réſidu de ſa diſtillation, il fut fort ſurpris de lui voir prendre feu. Telle eſt l'origine de ſon pyrophore.

On a au reſte reconnu depuis, qu'il n'étoit pas néceſſaire de travailler ſur des matieres auſſi ſales que celles dont Homberg tira ſon pyrophore pour la premiere fois. Voici le procédé vulgaire de cette opération: il eſt fort ſimple.

Mêlez enſemble dans une poële de fer miſe ſur le feu, & avec une ſpatule auſſi de fer, trois parties d'alun & une de ſucre, enſorte que la matiere ſoit parfaitement deſſéchée, & réduite en une maſſe noirâtre & charbonneuſe : s'il y a des grumeaux un peu gros, vous les concaſſerez. Mettez enſuite cette matiere dans un matras à col étroit & long d'une huitaine de pouce ; placez ce matras dans un petit creuſet capable d'en contenir le ventre, environné de tous côtés d'un demi-pouce de ſable ; vous plongerez après cela ce creuſet au milieu des charbons, enſorte qu'ils puiſſent le faire bien rougir ainſi que le matras ; vous l'échaufferez par degrés, & enfin très-fortement, enſorte qu'il ſoit rouge, & qu'on voie ſortir par le col du matras une flamme vraiment ſulfureuſe. On doit ſoutenir cet état du feu pendant environ un quart d'heure, enſuite laiſſer éteindre le feu peu à peu ; & lorſque le col du matras ne ſera plus rouge, on le bouchera avec un bouchon de liege, ſans quoi le pyrophore s'enflammeroit.

Quand le tout eſt bien refroidi, on verſe promptement le pyrophore dans une ou pluſieurs fioles ſuſceptibles d'être bien fermées, & on les clôt bien promptement. Quelquefois il s'enflamme en paſſant du matras dans la bouteille ; mais cela n'importe pas, car il s'éteint auſſitôt qu'elle eſt bouchée.

Pour faire l'expérience du pyrophore, il faut en mettre ſur le papier environ un demi-gros. Peu après il s'enflamme, devient rouge comme les charbons ardents, & met le feu aux corps combuſtibles qu'il touche. On accélere l'inflammation du pyrophore en le mettant ſur du papier un

peu humide, ou en envoyant deſſus ſon haleine.

Il paroît, & on ne peut déſormais preſque plus en douter, que cet effet eſt produit de la maniere ſuivante. Dans l'opération du pyrophore, il ſe fait une combinaiſon de l'acide vitriolique avec le phlogiſtique des matieres animales ou végétales brûlées; mais comme l'opération eſt en quelque ſorte interrompue, il ſe trouve une certaine quantité d'acide vitriolique prodigieuſement concentré & à nu, c'eſt-à-dire non combiné avec le phlogiſtique. Or, l'on ſçait que l'acide vitriolique très-concentré abſorbe l'humidité de l'air avec une telle avidité, qu'il s'échauffe violemment; & ici cette chaleur eſt apparemment telle, qu'elle enflamme le ſoufre formé, & par lui les matieres fuligineuſes & charbonneuſes qui entrent dans la compoſition du pyrophore. On peut voir dans un Mémoire de M. Lejay de Suvigny, inſéré dans le Tome III des *Mémoires des Sçavants Etrangers*, le développement & les preuves de cette explication, pouſſés juſqu'à la démonſtration. M. de Suvigny y démontre auſſi qu'on peut à l'alun ſubſtituer toute autre matiere, pourvu qu'elle contienne de l'acide vitriolique: l'alun eſt ſeulement ce qui réuſſit le mieux.

§. VII. *Du Phoſphore ou Pyrophore de Kunckel, autrement appelé* d'Angleterre.

Voici la compoſition la plus curieuſe de la chimie moderne. Qui croiroit que de l'urine putréfiée, on tirât un corps lumineux? que dis-je! un corps ſuſceptible de s'enflammer, & d'enflammer très-vivement, par ſon contact, les autres corps combuſtibles? Telle eſt néanmoins l'origine,

en quelque ſorte abjecte, du phoſphore ; tant il eſt vrai que pour le phyſicien rien n'eſt abject dans la nature, & que les objets les plus dégoûtants contiennent quelquefois des principes capables des effets les plus rares & les plus ſinguliers !

La découverte du phoſphore d'urine eſt, comme beaucoup d'autres, l'effet du haſard. Un bourgeois de Hambourg, homme entêté de la pierre philoſophale, travailloit ſur l'urine. Il n'étoit pas le premier ni le ſeul qui eût penſé que c'étoit dans les excréments humains qu'il falloit chercher la matiere propre à fixer le mercure. A force de faire des eſſais ſur cette matiere, il trouva le phoſphore. Cette découverte fit grand bruit dans le monde chimique. Mais Brandt n'étoit pas homme à donner ſon ſecret pour rien. Kunckel, habile chimiſte, s'aſſocia avec un certain Krafft pour tirer de lui ce ſecret. Mais Krafft trompa Kunckel, acheta de Brandt le ſecret de faire le phoſphore, &, voulant en faire un commerce lucratif, refuſa de le communiquer à Kunckel. Celui-ci irrité de la fraude de Krafft, & ſçachant d'ailleurs qu'il avoit beaucoup travaillé ſur l'urine humaine, ſe mit à la recherche du ſecret, & enfin le trouva. Auſſi la gloire lui en eſt reſtée, car on nomme communément ce phoſphore, le *Phoſphore de Kunckel* *.

D'un autre côté, Krafft ayant paſſé en Angleterre, & ayant montré ſon phoſphore au roi & à la reine d'Angleterre, le célebre Boyle, dont la

* M. Leibnitz prétend que ce que l'on raconte ainſi ordinairement de Brandt, n'eſt nullement fondé. Il fait une hiſtoire du phoſphore, qu'on peut voir dans ſes œuvres, Tome II. Mais je ne les ai pas à ma portée.

curioſité fut piquée par un phénomene ſi rare, entreprit auſſi de deviner le ſecret. Il ſçavoit ſeulement, comme Kunckel, que Krafft travailloit ſur l'urine. Il ſe mit donc à travailler ſur cette matiere, & trouva de ſon côté le phoſphore qu'on en tire. Il en communiqua le procédé au public dans les *Tranſactions Philoſophiques* de 1680, & apparemment inſtruiſit plus particuliérement du tour de main néceſſaire un chimiſte Allemand établi à Londres, nommé *Godfreyd Hanckwitz*, car il a été pendant long-temps le ſeul qui fît du phoſphore.

En effet, quoique Boyle eût publié le procédé du phoſphore en 1680, que Homberg l'eût auſſi enſeigné en 1692, quoiqu'enfin divers autres livres le décriviſſent auſſi, ce n'étoit qu'en Angleterre qu'on faiſoit du phoſphore, & c'étoit le ſeul *Hanckwitz* qui le faiſoit. Un étranger qui vint en France en 1737, offrit néanmoins de mettre parfaitement au fait du procédé, & le miniſtere lui promit une récompenſe pour cela. Pluſieurs chimiſtes & phyſiciens de l'Académie royale des Sciences, furent chargés d'être témoins de l'opération, qui fut faite au Jardin royal des Plantes, & qui réuſſit très-bien. M. Hellot rédigea le procédé, & le publia en 1738 dans les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences*. Depuis ce temps ſeulement, la maniere de faire le phoſphore eſt bien connue; ce qui n'empêche cependant pas que ce ne ſoit une opération des plus délicates de la chimie, & qui ne réuſſit guere que dans des mains fort exercées.

De tous les chimiſtes modernes, M. Margraf eſt celui qui a réduit la compoſition du phoſphore de Kunckel aux procédés les plus certains, les

plus exacts & les moins diſpendieux : c'eſt pourquoi nous allons ſuivre ici ceux qu'il enſeigne.

1° Prenez une bonne quantité d'urine, que vous laiſſerez putréfier ; vous la mettrez enſuite dans un vaſe de verre ſur le feu, & vous en ferez évaporer le flegme, juſqu'à ce qu'elle ſoit réduite à une conſiſtance de miel ou de crême de lait.

Il eſt à propos de remarquer ici que cette matiere contient un ſel particulier, appelé *ſel fuſible de l'urine ;* que ce ſel eſt compoſé d'un acide d'une nature différente de tous les autres, & qu'on a nommé *phoſphorique*, parcequ'il eſt l'ingrédient néceſſaire du phoſphore, par ſa combinaiſon avec un autre principe, & parcequ'on tire cet acide par la déflagration du phoſphore, comme l'acide vitriolique par celle du ſoufre ordinaire.

2° Mêlez enſuite quatre livres de minium avec deux livres de ſel ammoniac en poudre, & diſtillez ce mélange, qui fournira un alkali volatil très-concentré ; au reſte cet alkali eſt inutile. Mais l'acide marin attaquera le minium ou la chaux de plomb, & formera avec elle un compoſé connu des chimiſtes ſous le nom de *plomb corné.* On peut employer du plomb corné tout fait ; nous avons cependant cru devoir indiquer à-la-fois ici la maniere de le faire, parceque tous nos lecteurs ne ſe trouveront pas des chimiſtes.

3° Ce plomb corné réſultant de la diſtillation ci-deſſus, vous le mêlerez peu à peu, & en le remuant ſans ceſſe dans une chaudiere de fer, avec 8 à 9 livres de l'extrait d'urine, indiqué dans l'article I ; vous y ajouterez une demi-livre de charbon en poudre, & vous continuerez de le deſſécher juſqu'à ce qu'il ſoit réduit en une

poudre noire ; vous jetterez enſuite cette matiere dans une retorte, pour la diſtiller à un feu médiocre, & en retirer tous les produits, qui ſont, de l'alkali volatil, une huile fétide, & une eſpece de ſel ammoniac qui s'attache au col du vaſe : faites rougir enſuite médiocrement la cornue ; & quand il ne paſſera plus rien, vous déluterez & réſerverez le réſidu, qui eſt une eſpece de *caput mortuum*. C'eſt ce réſidu qui contient le phoſphore, & qu'il eſt maintenant queſtion de diſtiller à un feu beaucoup plus violent. On reconnoîtra qu'il eſt bien préparé, ſi un petit morceau étant jeté ſur les charbons, exhale une odeur d'ail, & brûle avec une petite flamme voltigeante.

4° Mettez ce réſidu dans une bonne cornue de Heſſe. M. Margraf recommande celles de Waldenbourg, comme les meilleures ; mais il n'en vient pas en France. Celles de Heſſe rempliſſent l'objet, ſi ce n'eſt qu'elles laiſſent tranſpirer un peu de la matiere phoſphorique, à quoi l'on obvie en partie par un lut de terre mêlée de bourre.

5° Cette cornue étant remplie juſqu'aux trois quarts de la matiere ci-deſſus, vous la placerez dans un fourneau, ſurmonté d'une chape ou cheminée en tuyau, de 5 ou 6 pouces de diametre, & de 8 ou 9 pieds de haut. Cette chape ſert à augmenter l'activité du feu par la rapidité du courant d'air, & à introduire par ſa porte, à différentes fois, la quantité de charbon néceſſaire pour ſoutenir l'opération pendant une ſixaine d'heures.

6° Vous luterez le col de cette cornue avec celui d'un ballon de moyenne grandeur, à moitié rempli d'eau & percé d'un petit trou, au

moyen d'un lut gras que vous assujettirez par des bandes de linge, enduites de lut, de chaux & de blanc d'œuf. Le trou laissé au ballon, sert à donner issue à des vapeurs qui le feroient sauter en pieces. On le bouche légérement par un petit tampon de papier, qu'on retire de temps à autre pendant la distillation. Il faut avoir la précaution de boucher d'un lut d'argile l'échancrure du fourneau par où passe le col de la cornue, & d'élever entre le fourneau & le ballon un mur de brique, qui empêche la chaleur de se communiquer à ce ballon.

7° Les choses étant ainsi préparées vingt-quatre heures d'avance, vous mettrez le feu au fourneau, & vous échaufferez la cornue par degrés pendant une heure & demie; après quoi vous augmenterez le feu jusqu'à lui donner le rouge-blanc. Cette opération fera passer dans le ballon, d'abord des vapeurs lumineuses, ensuite des gouttes de pur phosphore, qui, en tombant dans l'eau du ballon, s'y figeront; vous continuerez ainsi l'opération, jusqu'à ce qu'il ne passe plus rien dans le ballon. Ce sera l'ouvrage de quatre à cinq heures, au lieu que le procédé décrit par M. Hellot en exige environ vingt-quatre.

8° Comme le phosphore obtenu par cette distillation violente est noir, à cause des vapeurs fuligineuses qu'il entraîne avec lui, vous le distillerez une seconde fois dans une plus petite cornue, & à un feu médiocre. Ce feu suffira pour l'enlever pur; car, une fois formé, il est d'une grande volatilité.

9° Enfin, vous réduirez le phosphore en petits bâtons, en le mettant dans des tubes de verre un peu coniques & plongés dans de l'eau tiede; car

il coule comme du ſuif à une chaleur pareille. Ces opérations doivent ſe faire dans l'eau, pour empêcher l'inflammation du phoſphore; & quand l'eau ſera refroidie, le phoſphore ſera figé en bâtons, que vous retirerez, & plongerez auſſitôt dans des bouteilles pleines d'eau & ſoigneuſement cloſes.

Il faut convenir qu'on n'a pas encore trouvé d'uſage utile du phoſphore d'Angleterre; ſi ce n'eſt que ſa nature & ſa décompoſition ont jeté de la lumiere ſur quelques points de chimie. Mais on ſent aiſément qu'on peut ſe ſervir de cette matiere pour exécuter divers jeux phyſiques aſſez curieux: tels ſont les ſuivants.

Ecrire en caracteres qui ſeront lumineux dans l'obſcurité.

Il faut d'abord faire du phoſphore liquide. Pour cela il faut prendre un grain de phoſphore, le placer au fond d'une petite bouteille, l'écraſer, & verſer auſſitôt par deſſus environ une demi-once d'huile de géroſle bien claire. Le tout étant mis en digeſtion à une chaleur douce, comme celle du fumier, le phoſphore ſera preſque entiérement diſſous. La bouteille étant retirée, la matiere qu'elle contiendra ſera brillante dans les ténebres, quand on l'ouvrira & qu'on l'agitera un peu.

Prenez donc quelque peu de cette huile avec un pinceau, & écrivez-en des caracteres contre un mur; ils ſeront brillants dans l'obſcurité.

On pourra encore, ſi l'on veut, ſe rendre la face & les mains toutes lumineuſes. Il ſuffira pour cela

cela de ſe frotter de cette huile qui n'a aucune chaleur ſenſible, parceque le feu phoſphorique eſt fort raréfié.

Ce phoſphore s'amalgame auſſi avec le mercure, & forme un compoſé lumineux. On prend pour cela environ dix grains de phoſphore, qu'on met dans une fiole longue & un peu grande, avec deux onces d'huile d'aſpic : le phoſphore s'y diſſout, pourvu qu'on l'échauffe un peu. On ajoute enſuite une demi-dragme de vif-argent bien pur: il s'en fait une amalgame qui ſera toute lumineuſe pendant l'obſcurité.

On peut enfin, pour le même effet, mélanger un peu de phoſphore avec de la pommade ; elle en deviendra lumineuſe, & l'on pourra s'en frotter le viſage & les mains ſans danger.

§. VIII. *Compoſition d'une eſpece de Pyrophore qui jette des flammes par le contact d'une goutte d'eau.*

C'eſt au fameux chimiſte Glauber qu'on doit cette compoſition. Mélangez enſemble de la limaille de fer, de la cadmie, du tartre & du nitre, & faites-en une pâte, que vous ferez cuire & fortement deſſécher à une grande chaleur, comme celle d'un four à potier. Lorſqu'enſuite vous jetterez quelques gouttes d'eau ſur cette maſſe, elle lancera des flammes & des étincelles. Telle eſt la deſcription que Beccher donne du procédé. En voici un autre, tiré de *la Magie naturelle* de Martius.

Il faut pulvériſer de la chaux vive, de la tutie, & du ſtorax calamite, de chacun une once ; du ſoufre vif & du camphre, de chacun deux onces ;

mêler enſuite le tout, le tamiſer, & l'envelopper dans un linge très-ſerré. Ce linge étant mis dans un creuſet, on le recouvrira d'un autre, qu'on liera fortement avec le premier, & on lutera la réunion avec de la terre glaiſe. Enfin, ce lut étant bien ſec, on mettra ce double creuſet dans un four à potier, d'où l'on ne le retirera que quand la calcination ſera parfaite; ce qu'on reconnoîtra à la couleur des creuſets, qui doit être un rouge pâle. Le tout étant refroidi, ſi vous jetez une goutte d'eau ou ſi vous crachez ſur cette matiere, vous en tirerez des étincelles.

C'étoit ſans doute une pareille compoſition au moyen de laquelle un Juif Allemand tiroit du feu du pommeau de ſa canne, en crachant deſſus. Cette invention eſt en effet bien propre à être ſaiſie par les charlatans, pour exciter l'admiration & tirer l'argent du peuple. Ce Juif dont nous parlons faiſoit auſſi, dit-on, très-bien ſes affaires, par le moyen de ce ſecret phyſique.

REMARQUE.

IL y a quelques autres prétendus phoſphores, mais qui, à proprement parler, n'en ſont pas; ce ſont uniquement des phénomenes électriques.

Telle eſt la lumiere qu'on voit dans l'intérieur de certains barometres, appelés *lumineux* par cette raiſon. On lui avoit donné, ou du moins on lui donne, dans les anciennes *Récréations Mathématiques*, le nom de *phoſphore de Dutal*, parce que ce médecin étoit parvenu, néanmoins après M. Bernoulli, à faire des barometres lumineux: mais on ſçait aujourd'hui que ce n'eſt pas là un phoſphore, mais une lumiere électrique. M. Lu-

dolff, phyſicien Allemand, a prouvé démonſtrativement que cet effet n'eſt que celui de l'électricité, produite dans le tuyau du barometre par le frottement du mercure.

Il en eſt à peu près de même du mercure lumineux, lorſqu'il eſt renfermé dans un vaſe de verre bien net & vuide d'air. Nous avons décrit ce phénomene dans le commencement de ce volume : ce n'eſt encore là qu'un phénomene électrique.

La lumiere que rend un diamant frotté dans les ténebres, ou un morceau de ſucre qu'on rape, n'eſt encore qu'une lumiere électrique.

IIME SUPPLÉMENT.

Des Lampes Perpétuelles *.

LE ſujet des lampes perpétuelles a une liaiſon trop naturelle avec celui des phoſphores, pour ne pas lui donner place ici; car, ſi l'on étoit extrêmement preſſé d'expliquer les hiſtoires qu'on allegue de feux trouvés dans des tombeaux anciens, & deſquelles on prétend conclure que l'antiquité étoit en poſſeſſion du ſecret d'entretenir pendant des ſiecles une lampe allumée, il faudroit recourir au phoſphore. Mais ces faits ſont ſi légérement établis, quelques-uns même portent des caracteres ſi marqués de ſuppoſition, & la plupart de ceux que le bon *Fortunio Liceti*, grand partiſan des lampes perpétuelles, a compilés comme preuves de cette découverte, ſont ſi viſiblement des preuves du contraire, qu'il ne faut que la plus médiocre critique pour voir que rien n'eſt plus mal établi que cette prétention. Que ſi l'on y ajoute les raiſons phyſiques qui s'oppoſent à ce qu'une liqueur inflammable brûle toujours ſans ſe conſumer, on ne pourra plus regarder les lampes perpétuelles que comme une chimere

* On ne peut douter que le traité des lampes perpétuelles, qui ſuit celui des phoſphores dans le quatrieme volume des anciennes *Récréat. Mathémat.*, ne ſoit du bon abbé de Vallemont, comme ce dernier : c'eſt le même bavardage, les mêmes répétitions, le même fatras de choſes qui vont ou ne vont pas au ſujet.

indigne d'occuper un phyſicien, & bonne à reléguer dans le pays de l'or potable & de la palingénéſie. Si nous en parlons donc ici, c'eſt à cauſe de la célébrité de la matiere, & parceque nous ſçavons qu'il eſt des eſprits qui tiennent à ces ſujets ſinguliers & extraordinaires.

SECTION PREMIERE.

Examen des Faits qu'on allegue comme preuve de l'exiſtence des Lampes Pérpétuelles.

AVANT que la phyſique eût éclairé ſur la poſſibilité d'un feu actuel & inextinguible, les ſçavants ont été aſſez partagé ſur ce qu'on devoit en croire. Mais de tous les champions des lampes perpétuelles, aucun n'a fait plus d'effort pour en établir l'exiſtence, que *Fortunio Liceti*, dans ſon livre intitulé *de reconditis antiquorum Lucernis.*

Si l'on en croit ce ſçavant, rien n'étoit plus commun chez les anciens que les lampes perpétuelles; il en voit par-tout. La lampe de Démoſthène, celle qui brûloit dans le temple de Minerve à Athènes, le feu de Veſta à Rome, tout cela lui fournit autant de preuves de la poſſibilité d'un feu inextinguible. On ne peut s'empêcher de rire d'une érudition ſi mal digérée; car qui ne ſçait que ces feux n'étoient appelés perpétuels, que parceque c'étoit un point de religion de ne les laiſſer jamais éteindre, & qu'on leur fourniſſoit un aliment continuel?

A la verité, les autres partisans des lampes perpétuelles, en riant de la bonhomie de Liceti, s'appuient, ainsi que lui, de faits plus séduisants. Les voici.

1. *La Lampe de Tulliola.*

Sous le pontificat de Paul III, on trouva, dit-on, le tombeau de Tulliola, cette fille chérie de Cicéron, à la perte de laquelle il donna tant de larmes. On prétend qu'il y avoit dedans une lampe actuellement brûlante, & qui s'éteignit aussitôt que l'air y pénétra.

2. *La Lampe d'Olybius.*

Mais c'est sur-tout la lampe du tombeau d'Olybius qui fournit aux partisans des lampes perpétuelles un de leurs forts arguments.

On raconte qu'en 1500, des payſans fouillant un peu profondément à Ateſte près de Padoue, on parvint à un tombeau dans lequel on trouva deux urnes de terre l'une dans l'autre. Celle-ci contenoit, ajoute-t-on, une lampe ardente, située entre deux fioles, l'une pleine d'un or liquide, l'autre d'un argent fluide.

Sur la grande urne on lisoit ces vers :

Plutoni ſacrum munus ne attingite, fures ;
Ignotum eſt vobis hoc quod in orbe latet ;
Namque elementa gravi clauſit digeſta labore,
Vaſe ſub hoc modico, maximus Olybius.
Adſit fecundo cuſtos ſibi copia cornu,
Ne tanti pretium depereat laticis.

La ſeconde portoit, à ce qu'on dit, cette inſcription :

Abite hinc, peſſimi fures ;
Vos quid vultis veſtris cum oculis emiſſitiis ?
Abite hinc veſtro cum Mercurio
Petaſato caduceatoque.
Maximus maximum donum Plutoni hoc ſacrum fecit.

C'eſt à peu près ainſi que Geſner raconte cette curieuſe découverte. Mais voici quelque choſe de plus fort. On lit dans Liceti une lettre d'un certain Maturantius, qui écrit à ſon ami Alphène que ce curieux tréſor eſt venu en ſa poſſeſſion. « L'un & l'autre vaſe, dit-il, avec les inſcrip-» tions, la lampe & les fioles d'or, ſont venus » en mes mains, & je les poſſede : vous en ſeriez » émerveillé ſi vous les voyiez. Je ne donnerois » pas tout céla pour mille écus d'or. » Voilà bien le langage d'un homme convaincu de poſſéder la plus précieuſe rareté. Je ne ſçache cependant pas qu'elle ait paſſé dans aucun cabinet connu.

Au reſte, il paroît qu'ici, comme au tombeau de Tulliola, un accident empêcha les gens un peu inſtruits d'être témoins du phénomene ; car on lit dans le crédule Porta ; que les payſans qui trouverent ce tréſor le maniant trop rudement, la lampe ſe briſa entre leurs mains, & s'éteignit.

3. *La Lampe de Pallas, fils d'Evandre.*

On raconte encore que, vers l'an 800 de J. C., on trouva à Rome le tombeau du fameux Pallas, fils d'Evandre, tué, comme l'on ſçait, par Turnus.

On reconnut que c'étoit ce Pallas par ces vers :

Filius Evandri Pallas quem lancea Turni
Militis occidit, more ſuo jacet hîc.

Il y avoit une lampe ardente, qui devoit conſéquemment avoir brûlé près de 2000 ans, puiſque cet événement arriva vers l'an 1170 avant l'ere chrétienne.

4. *La Lampe du temple de Vénus.*

C'eſt S. Auguſtin lui-même qui parle de cette lampe, & du temple de Vénus dans lequel elle brûloit. Il dit qu'elle étoit perpétuellement ardente, & que la flamme étoit ſi ſolidement attachée à la matiere combuſtible, que ni vent, ni pluie, ni tempête ne pouvoit l'éteindre, quoiqu'elle fût perpétuellement expoſée à l'air & à l'inclémence des ſaiſons. Ce pere ſe travaille merveilleuſement à expliquer l'artifice de cette lampe inextinguible ; & après avoir propoſé une idée aſſez juſte en partie, ſçavoir, que peut-être on y avoit employé une meche d'amiante, il finit par dire que ce pourroit bien être un ouvrage des démons, fait dans la vue d'aveugler de plus en plus les payens, & de les attirer au culte de l'infâme divinité adorée dans ce temple.

Voilà donc, ſuivant les partiſans des lampes perpétuelles, un feu inextinguible, dont l'exiſtence eſt bien conſtatée par le témoignage d'un homme des plus éclairés de ſon ſiecle, & qui, malgré ſes lumieres, eſt obligé de recourir à l'artifice des démons pour expliquer ce phénomene.

5. *Les Lampes de Caſſiodore.*

Le célebre Caſſiodore étoit, comme l'on ſçait, un homme auſſi reſpectable par ſes emplois que par ſes lumieres. Or, il raconte lui-même avoir fait pour ſon monaſtere de Viviers, des lampes perpétuelles. Chaque moine avoit peut-être la ſienne. Ecoutons ſes propres paroles. *Paravimus etiam nocturnis vigiliis mecanicas lucernas conſervatrices illuminantium flammarum, ipſas ſibi nutrientes incendium, quæ humano miniſterio ceſſante prolixè cuſtodiant uberrimi luminis abundantiſſimam claritatem ubi olei pinguedo non deficit, quamvis jugiter flammis ardentibus torreatur.*

Peut-on, dira quelque partiſan des lampes perpétuelles, ſe refuſer à un témoignage auſſi authentique, auſſi clair & auſſi reſpectable?

Tels ſont les faits principaux qu'on allegue en faveur des lampes perpétuelles. Mais nous ne craignons pas de dire qu'ils s'évanouiſſent entiérement au flambeau d'une critique éclairée. En effet, d'abord à l'égard des trois premiers, quel fond peut-on faire ſur des faits rapportés d'une maniere auſſi vague, & accompagnés de circonſtances incohérentes ou romaneſques? Il n'eſt aucun de ces faits qui ait d'autres garants que des auteurs qui ont vécu long-temps après; aucun témoin oculaire de quelque poids, ne dépoſe en avoir été témoin. Or, quand il eſt queſtion de choſes qui contrediſent les loix ordinaires de la nature, au moins faut-il qu'elles ſoient certifiées par des hommes inſtruits, & au deſſus du ſoupçon de crédulité ou d'ignorance.

L'hiſtoire du tombeau de Tulliola date de

l'année 1345: c'étoit alors le moment de l'ignorance la plus profonde qui ait régné en Europe. On dit qu'on y trouva un corps. Dans ce cas, ce n'étoit pas celui de Tulliola; car les Romains, à l'époque de Cicéron, brûloient leurs corps morts. Auſſi quelques auteurs ont-ils conjecturé, d'après quelques circonſtances, que le tombeau dont il s'agit étoit celui de la femme de Stilicon: mais les Chrétiens ne mirent jamais de lampes dans leurs tombeaux. La circonſtance de la lampe trouvée dans ce tombeau, a conſéquemment tout l'air d'une fiction.

Que dirons-nous du tombeau d'Olybius, de ſa lampe, & de ſes deux fioles, remplies l'une d'or, l'autre d'argent fluides? Ce furent des payſans qui trouverent cette double urne. Suivant les uns, ils manierent la lampe renfermée dans la ſeconde urne ſi mal-adroitement, qu'ils la briſerent. Cependant Maturantius prétend l'avoir en ſa poſſeſſion. Quel homme a vu cette lampe brûler? Où ſont les témoignages qui conſtatent que ces payſans l'ont vue en cet état? & ces témoignages même ſeroient-ils bien admiſſibles? Une vapeur exhalée d'un lieu clos depuis pluſieurs ſiecles, peut facilement en impoſer à des hommes groſſiers & ignorants.

Que ſignifie encore cette inſcription? Où trouve-t-on qu'il ſoit queſtion de feu perpétuel? Un don ſacré à Pluton eſt-il néceſſairement une lampe ardente? A tout prendre, ſi la découverte de ce tombeau a quelque réalité, on pourroit ſeulement penſer que c'étoit celui de quelque ſouffleur d'un ſiecle peu reculé; car d'ailleurs on ſçait que les Romains ne ſe douterent jamais de chimie: il n'a jamais été queſtion parmi eux de

chercher à tranſmuer les métaux. Si cette folie eût exiſté alors, on en trouveroit certainement des traces chez leurs écrivains ; mais tous gardent le plus profond ſilence ſur cela. Cette folie nous a été amenée par les Arabes, avec quelques connoiſſances ſolides de chimie.

Or, ſi les Romains ne connoiſſoient pas la chimie, comment veut-on qu'ils aient fait des lampes perpétuelles, qui ſeroient le chef-d'œuvre de cette ſcience?

L'hiſtoire du tombeau de Pallas, fils d'Evandre, mérite à peine d'être réfutée. Quel homme ſera aſſez imbécille pour croire que les vers cités ci-deſſus ſoient du temps d'Enée? Il ne faut qu'avoir vu le langage des douze Tables, pour juger combien l'ancienne langue des Romains, & conſéquemment celle du temps des Rois d'Albe, reſſembloit peu au latin de ces vers, tout plats & mauvais qu'ils ſont. C'étoit un ſot & un imbécille que le fauſſaire qui les a fabriqués pour donner crédit à ſa fable.

Quant à la lampe du temple de Vénus, qui cauſe tant d'embarras à S. Auguſtin, remarquons que ce pere ne dit nullement qu'on ne lui fournit pas un nouvel aliment. Ce qui paroît l'intriguer principalement, c'eſt que ce feu étoit inextinguible au vent & à la pluie. Mais cela n'a rien de merveilleux, puiſque nos épiciers font aujourd'hui des flambeaux qui ont cette propriété. Tous les livres de chimie enſeignent à faire un pareil feu. D'ailleurs, en admettant que cette lampe fût perpétuelle comme inextinguible, qui ignore combien les prêtres payens étoient impoſteurs, & combien d'artifices ils pouvoient mettre en œuvre

pour faire couler dans cette lampe un aliment nouveau ?

Les lampes de Caſſiodore ne ſont pas plus embarraſſantes : c'étoient des lampes qui, ſemblables à celles de Cardan, ſe fourniſſoient elles-mêmes d'huile, au moyen d'un réſervoir. Auſſi Caſſiodore ſe ſert-il uniquement du mot *prolixè*, qui ſignifie ſeulement que ces lampes duroient long-temps, pluſieurs nuits, par exemple, à la différence des lampes ordinaires de ce temps, qui avoient fréquemment beſoin qu'on y versât de l'huile. Voilà certainement tout ce qu'a voulu dire Caſſiodore.

Toutes ces réflexions n'avoient pas échappé à divers auteurs raiſonnables, tels que M. Aréſi, évêque, auteur des *Symbola ſeu Emblemata ſacra ;* M. Buonamici, phyſicien contemporain de Licéti ; & ſur-tout M. Ottavio Ferrari, auquel eſt dû le curieux & ſçavant ouvrage *de veterum Lucernis ſepulcralibus.* Tous ces auteurs, & ſur-tout le dernier, battent en ruine le bon Licéti ; ils font voir fort au long le peu de ſolidité de tous les faits allégués à l'appui des lampes perpétuelles, & les circonſtances abſurdes ou contradictoires dont ils fourmillent ; ils tournent même en ridicule la crédulité & la bonhomie de ce ſçavant, qui, par un excès incroyable de pédantiſme, trouve juſque dans la lampe du tombeau de l'enchanteur Merlin, décrit par l'Arioſte, une preuve de l'exiſtence des lampes perpétuelles.

Terminons ceci par quelques réflexions fort juſtes de M. Ferrari ; qui ſe préſentent aſſez naturellement. Si le ſecret de ſe procurer un feu perpétuel & inextinguible eût été connu des anciens, un ſecret auſſi utile eût-il pu reſter dans la profonde obſcurité qui le couvre ? Nous admettons

que le ſecret ſe fût perdu faute de connoiſſances phyſiques & chimiques : mais ſeroit-il poſſible que Pline, qui a dénombré les inventions les plus communes comme les plus belles, n'eût rien dit de ce feu perpétuel & ſi merveilleux ? Comment Plutarque, faiſant mention de la lampe de Jupiter Ammon, parcequ'elle brûloit un an entier, comment, dis-je, Plutarque auroit-il gardé le ſilence ſur des lampes en comparaiſon deſquelles cette premiere n'étoit qu'une mépriſable & vile bagatelle ? Perſonne ne ſe le perſuadera.

Diſons donc que l'hiſtoire & la ſaine critique s'oppoſent à ce qu'on penſe qu'une pareille invention ait jamais exiſté. Nous allons voir comment elle s'accorde avec la phyſique.

SECTION II.

Examen de la poſſibilité phyſique de faire une Lampe perpétuellement ardente.

APRÈS avoir, à ce que nous penſons, démontré le peu de ſolidité de toutes les preuves de fait alléguées en faveur des lampes perpétuelles, il nous reſte à diſcuter leur poſſibilité, d'après les principes de la ſaine phyſique.

Pour avoir une lampe perpétuelle, il faut avoir,

1° Une meche qui ne ſe conſume point ;

2° Un aliment qui ne ſe conſume point, ou une ſubſtance qui, après avoir ſervi d'aliment au feu, puiſſe retourner dans le vaſe ſans avoir perdu ſa qualité inflammable ;

3° Il faut qu'une flamme puiſſe ſubſiſter long-temps dans un lieu abſolument clos & de fort petite dimenſion ; car tels étoient les tombeaux dans leſquels on dit qu'ont été trouvées ces lampes perpétuelles.

Or toutes ces choſes ſont impoſſibles, ainſi qu'on va le voir dans les paragraphes ſuivants.

§. I. *Impoſſibilité d'avoir une meche perpétuelle : Hiſtoire de l'Amiante ; maniere de le filer, & d'en former un tiſſu ou une meche ; examen de ſa prétendue incombuſtibilité.*

Nous n'ignorons point toutes les belles propriétés qu'on attribue à l'amiante, & qui ſont en partie fondées ; nous allons même en donner l'hiſtoire, qui eſt aſſez curieuſe, & qui ne peut mieux trouver ſa place qu'ici. Nous ſerons à la vérité un peu plus courts que l'intariſſable abbé de Vallemont.

L'amiante, autrement appelé *lin incombuſtible*, *asbeſte*, eſt une ſubſtance minérale qu'on trouve en pluſieurs endroits de la terre. Elle eſt formée de paquets de fibres d'un blanc plus ou moins grisâtre : ces fibres ſont aſſez fortement appliquées les unes contre les autres. On trouve néanmoins le moyen de les ſéparer ; & alors elles ont, du moins après avoir été bien lavées, l'apparence d'un lin d'une blancheur argentine. On trouve de l'amiante dans les Pyrénées, dans les Alpes, &c. Le plus beau, je crois, qui exiſte, eſt celui qu'on trouve dans ou près la mine de Peſey en Savoie. J'en ai vu dont les filamens avoient un pied & plus de longueur, & étoient d'une blancheur admirable.

Mais ce qui caractériſe cette ſubſtance, eſt une

propriété vraiment ſinguliere ; c'eſt celle de ſortir intacte du milieu des flammes, d'en ſortir même plus pure & plus blanche qu'elle n'étoit avant d'y avoir été jetée. Auſſi cette propriété n'a-t-elle pas manqué de ſervir de baſe à mille comparaiſons morales & pieuſes que nous n'entaſſerons pas ici, à l'exemple du bon abbé cité ſi ſouvent.

Il eſt bon d'obſerver ici, que les droguiſtes, eſpece d'hommes qui jettent la confuſion ſur toute l'hiſtoire naturelle par leur nomenclature vicieuſe, ne connoiſſent l'amiante que ſous le nom d'*alun de plume :* mais il y a une ignorance profonde dans cette dénomination ; l'alun eſt un ſel, il eſt ſoluble dans l'eau ; l'amiante n'eſt, au contraire, nullement ſoluble dans ce liquide : ainſi l'amiante n'eſt point un alun. Ce qui a donné lieu à cette fauſſe dénomination, c'eſt qu'il y a en effet un alun de plume, ou un alun criſtalliſé en fibres ſoyeuſes, & ayant quelque reſſemblance à l'amiante ; mais cet alun eſt extrêmement rare, & les droguiſtes lui ſubſtituent l'amiante, lorſqu'on leur demande l'autre. Je crois néanmoins que la plupart n'y entendent pas fineſſe, & le croient un véritable alun, ce qui les juſtifie ; car encore vaut-il mieux être ignorant que fripon.

Quoi qu'il en ſoit, il paroît que la propriété de l'amiante eſt connue depuis bien long-temps ; car Pline nous rapporte dans ſon *Hiſtoire Naturelle*, L. xix, chap. 1, que lorſque certains rois des Indes étoient morts, on les enveloppoit d'un linceul fait de lin vif, & qu'on les brûloit ainſi, afin que leurs cendres ne fuſſent point mêlées avec celles des matieres du bûcher. Il eſt certain que cela eſt poſſible ; & l'on ne peut pas révoquer en doute le témoignage de Pline, qui dit d'ailleurs,

ainſi que Plutarque, avoir vu des toiles, des réſeaux, qu'on n'avoit beſoin que de jeter dans le feu pour les nettoyer, & qu'ils en ſortoient intacts & propres. Mais ce naturaliſte s'eſt évidemment trompé, lorſqu'il a dit que ce *lin vif* provenoit d'une plante qui ſe ne trouvoit que dans les climats de l'Inde les plus torréfiés des ardeurs du ſoleil, comme ſi elle aimoit à vivre au milieu des flammes. Il connoiſſoit la choſe, mais il ſe trompoit ſur ſon origine. Au reſte, l'uſage ci-deſſus paroît s'être éteint dans l'Inde : je ne connois aucun voyageur qui diſe y avoir vu brûler des corps de cette maniere.

Il ſeroit ſuperflu d'entaſſer un plus grand nombre d'autorités ſur la poſſibilité de faire des eſpeces de tiſſus ſemblables & incombuſtibles : j'ai vu moi-même des bourſes apportées des Pyrénées, qui jouiſſoient de cette propriété : il eſt vrai qu'elles étoient d'une extrême groſſiéreté. Il eſt certain qu'on peut faire quelque choſe de mieux.

Pour parvenir à filer l'amiante, & à en former ce tiſſu, il faut néanmoins de l'induſtrie. En voici la maniere, donnée par M. Ciampini, dans ſon traité *de incombuſtibili Lino, deque illius filandi modo ; Romæ*, 1691.

Pour filer cette pierre, dit M. Ciampini, il faut commencer par la mettre tremper dans de l'eau chaude ; après qu'elle y a reſté quelque temps, on la prend, on la manie dans ſes mains, on l'ouvre, on la dilate, en la trempant ſouvent dans l'eau, afin de la nettoyer de quantité de parties terreſtres. On réitere cette opération cinq à ſix fois, juſqu'à ce que les filaments ſoient bien détachés les uns des autres ; après quoi on les raſſemble.

Cela

Cela fait, on les fait ſécher ſur quelque choſe au travers de quoi l'eau puiſſe facilement s'écouler; il faut enſuite avoir deux petites cardes plus fines que celles avec leſquelles on carde la laine des chapeaux & des étoffes, & mettre entre ces deux cardes le lin incombuſtible, afin d'en tirer peu à peu quelques filaments à-la-fois, pour les filer avec un petit fuſeau.

Mais il faut obſerver que comme les filaments de ce lin ſont ordinairement fort courts, il eſt néceſſaire de les filer avec quelque fine filaſſe, qui puiſſe les ſaiſir, les embraſſer & les réunir. Il faut avoir l'œil à ce qu'il y ait toujours un peu plus d'amiante que de coton ou de laine, ſuivant que vous aurez choiſi l'un ou l'autre pour ſervir de filaſſe ou de baſe à votre fil d'amiante. En voici la raiſon : c'eſt que lorſque vous aurez mis en œuvre votre fil, ſoit à faire de la toile ou des bourſes, vous jetez votre ouvrage dans le feu : alors la filaſſe ajoutée brûle, ſe conſume, & il ne reſte que l'amiante tout pur. C'eſt à peu près ainſi qu'on file l'or & l'argent avec la ſoie, & comme on brûle les vieux galons d'or ou d'argent pour en ôter la ſoie, & avoir le métal pur.

M. Ciampini avertit qu'il faut un peu mouiller ſes doigts, & particuliérement le pouce & l'*index*, pour réuſſir à filer, & même pour éviter que les doigts ne s'écorient, *parceque l'amiante eſt corroſif.* Au reſte il eſtime qu'on peut ſe diſpenſer d'uſer de cardes, & qu'il ſuffit de mettre les filaments d'amiante en place, de façon qu'ils ſe ſéparent aiſément pour s'inſinuer dans la filaſſe empruntée, afin de les filer conjointement. Quand la toile ou les bourſes ſont ſales, on les jette au feu, d'où on les retire plus blanches & plus bril-

lantes que jamais. Il conſeille de les imbiber d'un peu d'huile ou d'eſſence, toutes les fois qu'on les retire du feu, parceque cela nourrit l'amiante, & fait que le fil demeure plus lié & plus uni.

J'ajoute que pour faire des meches à mettre dans les lampes, il n'eſt point néceſſaire que l'amiante ſoit ni ſi purgé, ni filé; il ſuffit d'en prendre des filaments des plus longs, & à proportion de la groſſeur que vous voulez faire votre meche, & les lier avec un filet de ſoie blanche. Il eſt étonnant combien aiſément l'amiante tire, imbibe & ſuce l'huile. On peut l'employer tel qu'on le trouve en filaments chez les droguiſtes, & la lampe ne laiſſera pas de brûler & éclairer fort vivement.

Au reſte, M. Ciampini ſe trompe lorſqu'il attribue à l'amiante une qualité corroſive: ſa nature pierreuſe & nullement ſaline ne la comporte point.

Après cette hiſtoire de l'amiante, il nous reſte à examiner les conſéquences qu'on en tire.

Si l'on en croit les partiſans des lampes perpétuelles, puiſque le premier pas vers l'exécution d'un pareil ouvrage eſt une meche perpétuelle & incombuſtible, le voilà fait; car l'amiante donne cette meche, puiſqu'il eſt incombuſtible, & l'épreuve même qui en a été faite juſtifie le procédé. Le P. Kircher aſſure avoir eu à une lampe une meche de cette matiere, qui lui réuſſit très-bien.

Nous ne conteſterons pas qu'on ne puiſſe faire une meche de très-longue durée au moyen de l'amiante; mais ce que nous nions, c'eſt qu'elle fût perpétuelle: car, quoique l'on vante l'incombuſtibilité de l'amiante, cette propriété n'eſt pas abſolue: nous voulons dire qu'à la longue le feu anéantit l'amiante comme tout autre corps. Il eſt

bien vrai qu'un linge d'amiante, jeté dans le feu, en eſt retiré ſain & entier, mais pas abſolument : on remarque qu'il perd quelque peu de ſon poids, & ainſi à chaque fois qu'on l'expoſe au feu. Il ſe détruiroit donc à la longue, & peut-être même dans un temps aſſez court, comme de quelques jours de ſuite, ſi l'on ne faiſoit autre choſe que le faire rougir & le laiſſer refroidir, ou ſi on le laiſſoit tout ce temps dans un feu très-vif. Ainſi, une meche d'amiante ſouffriroit de même au bout d'un temps une entiere deſtruction.

On a tenté de faire des meches avec des faiſceaux de fils d'or trait, de la plus grande fineſſe. Ce ſeroit peut-être là le moyen d'avoir une meche d'une durée preſque perpétuelle ; mais on n'a pu venir à bout d'allumer ces meches ; & quand même on eût pu le faire, un autre inconvénient eût bientôt nui au ſuccès de ce moyen : c'eſt que les filets d'or ſe ſeroient fondus dans la flamme, & ſeroient devenus dès-lors incapables de remplir cet objet ; car on ſçait qu'il ſuffit de préſenter à la flamme d'une bougie un fil d'argent trait, pour qu'il ſe liquéfie tout de ſuite. Il en ſera donc de même d'un fil d'or ; car ce métal eſt encore plus fuſible que l'argent.

§. II. *Impoſſibilité de ſe procurer un aliment indeſtructible pour les lampes perpétuelles : Prétendues recettes pour faire une huile incombuſtible.*

Mais ſuppoſons qu'on eût trouvé une meche abſolument inaltérable, & qui ne s'engorgeât pas des fuliginoſités de la matiere combuſtible qu'elle aſpireroit, ce ne ſeroit encore qu'une petite partie de ce qu'il faudroit trouver pour ſe procurer une

lampe perpétuelle : il lui faudroit, comme on l'a dit plus haut, un aliment qui n'éprouvât aucune diminution, ou qui ayant ſervi à la flamme, & n'y ayant éprouvé aucune altération, retournât, par une circulation perpétuelle, dans le vaſe duquel elle ſeroit ſortie. Tout cela eſt-il poſſible ? on en jugera par les principes ſuivants, qui ſont ceux de la ſaine phyſique.

Il n'y a de corps inflammables que ceux qui abondent en ce principe connu des chimiſtes ſous le nom de phlogiſtique. De-là tous les corps huileux ſont inflammables, car ils contiennent éminemment ce principe. Or, quel eſt l'effet du feu appliqué à un corps inflammable ? Il eſt évidemment, & d'après tous les faits connus de la phyſique, il eſt, dis-je, de décompoſer le mixte dans lequel l'union du principe inflammable avec la partie fixe & terreuſe eſt peu tenace ; de laiſſer d'un côté cette partie fixe, & de volatiliſer ou détruire le phlogiſtique. J'avoue ne ſçavoir bien préciſément lequel des deux arrive ; mais, quoi qu'il en ſoit, ſi le principe inflammable eſt détruit par la combuſtion, comment cette combuſtion pourroit-elle être éternelle, & comment ce principe détruit pourroit-il être régénéré pour ſe recombiner ſous ſa premiere forme avec le réſidu du corps combuſtible ? Il eſt aiſé de voir qu'il n'y a pas ombre de raiſon à le prétendre.

Si le principe inflammable eſt ſeulement volatiliſé, il y auroit peut-être quelque procédé chimique pour le raſſembler, & lui préſenter une baſe avec laquelle il pût ſe recombiner, par exemple en forçant tout l'air imprégné de phlogiſtique à paſſer à pluſieurs repriſes au travers d'une liqueur ayant une très-grande affinité avec ce der-

nier. Mais, en ſuppoſant même que cette opération ne fût pas chimérique, il faudroit ſuppoſer un chimiſte continuellement occupé à faire cette opération, que la nature ne fera pas d'elle-même; car elle ne forcera pas l'air d'un vaſe ou d'un caveau à paſſer & repaſſer ſans ceſſe à travers un fluide, pour s'y dépouiller d'un principe dont il eſt imprégné.

Au reſte, quel appareil a-t-on trouvé dans les lieux où exiſtoient, dit-on, ces prétendues lampes incombuſtibles, qui reſſemblât à un appareil chimique propre à produire un ſemblable effet ou une ſemblable circulation? On n'en trouve pas même de trace dans les récits qu'on a faits de ces prétendues découvertes. Ainſi, la raiſon & les faits s'oppoſent à-la-fois à ce qu'on admette la ſuppoſition d'un ſemblable artifice.

Nous devons cependant ici prévenir une objection. L'or eſt doué du principe inflammable, car c'eſt ce qui lui donne, ainſi qu'aux autres métaux, la forme métallique; mais ce principe lui eſt tellement adhérent, que, quelque longtemps qu'il ſoit enflammé, il n'eſt point détruit. Il n'eſt donc pas néceſſaire que l'inflammation détruiſe ou diſperſe ce qui rend un corps inflammable.

Il eſt aiſé de répondre à cela. Quoiqu'une maſſe d'or ſoit toute en feu, elle ne brûle pas d'une inflammation qui lui ſoit propre; elle n'eſt que pénétrée d'un feu étranger; & cela eſt ſi vrai, que retirée du milieu des charbons ardents, elle s'éteint peu à peu. Si ſon phlogiſtique étoit moins lié avec ſa terre métallique, elle flamberoit, au moins pendant quelque temps, d'une flamme ſuperficielle, comme quelques métaux imparfaits ou

demi-métaux, qui ſont auſſi bientôt réduits en chaux. Or c'eſt ce qui ne lui arrive pas : ainſi il ne peut y avoir d'inflammabilité proprement dite, ou de combuſtibilité, que dans des corps où le phlogiſtique n'eſt pas aſſez foiblement uni avec la partie fixe, pour pouvoir en être ſéparé, & ſervir d'aliment à la flamme. L'objection ci-deſſus devient elle-même une preuve de ce que nous avons dit.

Ecoutons néanmoins les alchimiſtes, ou les partiſans des lampes perpétuelles ; ils vont beaucoup nous amuſer par leurs idées ſur la maniere dont on pourroit ſe procurer une huile telle que l'exigeroient ces lampes.

Les uns, voyant que l'amiante eſt indeſtructible au feu, ont tenté ou propoſé de tirer l'huile de cette pierre : mais malheureuſement les pierres n'ont pas une atôme d'huile : tout le monde le ſçait ; & de-là vient le proverbe uſité pour déſigner une impoſſibilité abſolue, *C'eſt vouloir tirer de l'huile d'un mur.*

D'autres remarquant que l'or & l'argent, ſurtout le premier de ces métaux, ſont indeſtructibles, ont eu l'idée d'y chercher l'huile précieuſe qui doit mettre en poſſeſſion des lampes perpétuelles. C'eſt-là le beau ſecret dont Licéti veut que le grand Olybius fut en poſſeſſion. Mais il n'y a pas plus d'huile dans les métaux que dans les pierres. Il y a dans les premiers un principe inflammable, appelé le phlogiſtique ; mais, outre que ce phlogiſtique eſt le même dans tous les métaux, on ne peut l'obtenir iſolé ; & dans l'or ſur-tout, il eſt ſi étroitement lié avec ſa baſe ou la terre métallique de l'or, qu'on n'a jamais pu

les ſéparer. Le projet de tirer de l'or une huile incombuſtible, eſt donc une chimere abſurde.

Mais, dit un autre, ſi nous pouvions réduire l'or en une liqueur, peut-être aurions-nous une huile incombuſtible, puiſque l'or eſt inaltérable au feu. Ceci eſt vrai; mais, indépendamment de l'impoſſibilité de réduire l'or en liqueur, qui nous eſt garant qu'il en réſultât une liqueur inflammable comme l'huile?

L'abbé Trithême, ou celui qui a mis ſous ſon nom beaucoup d'impoſtures, a néanmoins prétendu nous donner deux moyens pour faire l'huile incombuſtible. Nous allons en faire connoître un, avec tout le procédé d'une lampe perpétuelle.

Mêlez, dit ce viſionnaire célebre, ou celui qui parle en ſon nom, quatre onces de ſoufre, & quatre onces d'alun; ſublimez-les, & en faites des fleurs. Prenez deux onces & demie de ces fleurs; joignez-y demi-once de borax & de criſtal de Veniſe, & pulvériſez le tout dans un mortier de verre; mettez le tout dans une fiole; verſez deſſus de bon eſprit de vin quatre fois rectifié, & faites digérer cela; retirez l'eſprit de vin, & remettez-en de nouveau, & répétez la même choſe trois ou quatre fois, juſqu'à ce que le ſoufre coule ſans fumée comme de la cire, ſur des plaques d'airain chaudes. Voilà la nourriture de votre feu éternel. Enſuite il faut préparer une meche convenable; & la choſe ſe fait ainſi: Prenez des filaments de la pierre *asbeſtos*, de la longueur du doigt auriculaire & de la groſſeur d'un demi-doigt, & liez-les avec de la ſoie blanche. Votre meche étant ainſi faite, couvrez-la du ſoufre ci-devant préparé, dans lequel vous l'enſevelirez en un vaſe de verre de Veniſe; & vous mettrez

le tout cuire ſur un feu de ſable bien chaud durant vingt-quatre heures, enſorte que vous voyiez toujours le ſoufre bouillir. Par ce moyen, la meche étant bien pénétrée & imprégnée de cet aliment, ſe met dans un petit vaiſſeau de verre, dont l'ouverture ſoit large. Il faut que la meche s'éleve un peu au deſſus. Puis rempliſſez ce vaſe de verre de votre ſoufre préparé; mettez le vaſe dans du ſable chaud, afin que le ſoufre fonde & engloutiſſe la meche. Allumez-la, & elle brûlera d'un feu perpétuel. Mettez où vous voudrez cette petite lampe, elle ſera inextinguible.

Tel eſt le premier feu de l'abbé Trithême. Il ne faut qu'avoir les plus légeres connoiſſances de chimie, pour voir clairement qu'il n'y a pas de bon ſens à eſpérer de-là un feu inextinguible & perpétuel. Auſſi aucun des partiſans des lampes perpétuelles, pas même le bon Licéti, n'a-t-il confiance à un pareil procédé, ni même au ſecond; d'où il conclud qu'aucun des modernes ne poſſede ni n'a poſſédé ce ſecret précieux.

Il y a des alchimiſtes qui promettent une huile incombuſtible, tirée par un autre procédé. Ils prétendent que de l'huile de vitriol édulcorée ſur de l'or, & qu'ils appellent *oleum vitrioli auri-ficatum*, donnera cette liqueur précieuſe. Mais qui ne ſçait que l'huile de vitriol n'eſt appelée ainſi que fort improprement? car elle n'a rien de véritablement huileux ou inflammable; & nous croirons aux lampes perpétuelles, quand un alchimiſte nous aura montré une lampe ordinaire, garnie d'huile de vitriol & d'une meche quelconque, où le feu ſubſiſte ſeulement une ſeconde.

§. III. *Impoſſibilité d'entretenir un feu brûlant ſans ceſſe dans un lieu abſolument clos.*

C'eſt un fait connu depuis qu'on obſerve en phyſique, qu'une flamme ne peut ſubſiſter dans un lieu clos. Qu'on renferme une bougie ſous un récipient de verre, & que tout accès de l'air extérieur lui ſoit interdit; on verra peu à peu ſa flamme diminuer, s'obſcurcir, s'allonger, & enfin s'éteindre. Le célebre Hales a même calculé quelle quantité d'air une bougie d'une certaine dimenſion rendoit, dans un temps donné, incapable de ſervir à entretenir ſa flamme, enſorte qu'on peut prédire en combien de temps cette flamme s'éteindra infailliblement.

Peut-être néanmoins dans un lieu vaſte, quoique hermétiquement clos, une flamme pourroit-elle perpétuellement brûler; mais on ſçait que les caveaux des tombeaux étoient extrêmement petits: & pour augmenter la difficulté, on dit que les lampes perpétuelles brûloient dans des vaſes où elles étoient renfermées. Telle étoit du moins celle d'Olybius. Or, la cruche d'Olybius eût-elle été de trois pieds de diametre, ce qui ne paroît nullement, il eſt certain qu'une lampe n'eût pu y ſubſiſter ſeulement deux heures ſans vicier tout l'air intérieur & ſans s'éteindre.

Nous n'en dirons pas davantage ſur cette matiere; ce ſeroit ſe mettre en frais de raiſonnements ſuperflus, que d'en entaſſer un plus grand nombre pour combattre la chimere des lampes perpétuelles; car nous préſumons qu'il n'y a plus aujourd'hui aucun phyſicien inſtruit qui n'en porte le même jugement que nous.

ADDITION.

Malgré toutes ces raiſons, qui paroîtront sûrement déduites des principes de la plus ſaine phyſique, nous avons vu dans un journal, que le prince de S..-S....., Napolitain, étoit en poſſeſſion du ſecret des lampes perpétuelles. Mais comme il y a déja bien des années que cette annonce a paru, & que ce ſecret n'eſt point encore divulgué, il y a lieu de croire que l'annonce a été prématurée. Ce n'eſt pas d'aujourd'hui qu'on a vu des chimiſtes occupés de la pierre philoſophale, annoncer leur découverte avant leur opération finie : on en a même vu un marchander une terre d'un million, d'après la belle couleur de ſa matiere, en tout ſemblable à la deſcription qu'en donne le Philalethes & le ſçavant Morien*. Mais malheureuſement tout manqua encore ; & le bon alchimiſte mourut à l'hôpital, en proteſtant qu'il n'avoit manqué à ſa matiere qu'un degré imperceptible de coction, pour le rendre l'homme le plus riche de la terre.

Quant à la lampe perpétuelle de Naples, nous changerons d'avis quand nous ſerons sûrement informés que l'épreuve en a été faite, & qu'elle a ſeulement brûlé une année.

---

* Deux adeptes célebres, les meilleurs qu'on puiſſe ſuivre pour ſe ruiner capitalement.

Fin du quatrieme & dernier Tome.

Fig. 2.

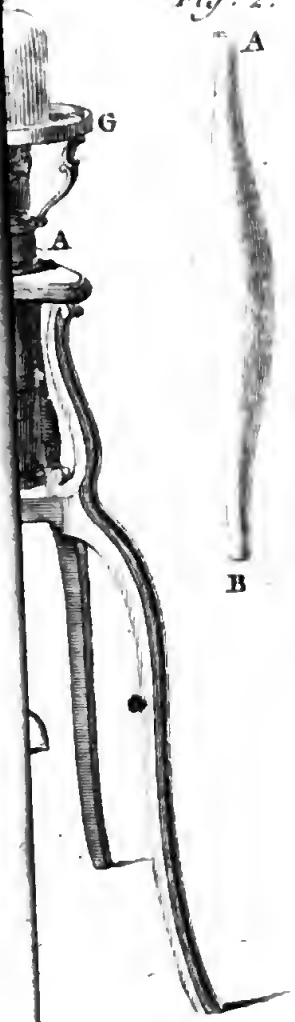
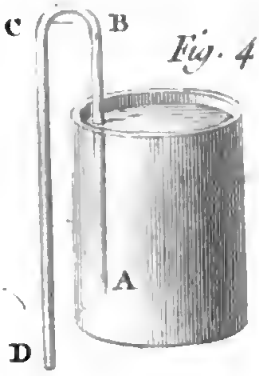


Fig. 3.

Fig. 4.



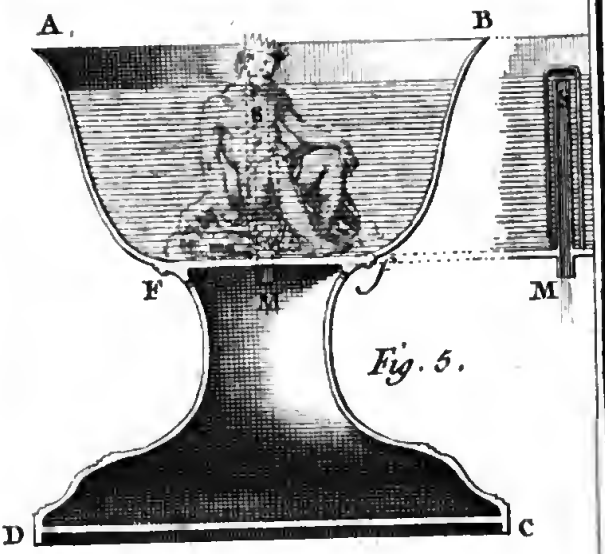
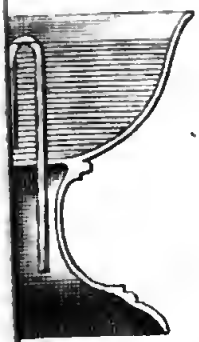


Fig. 5.



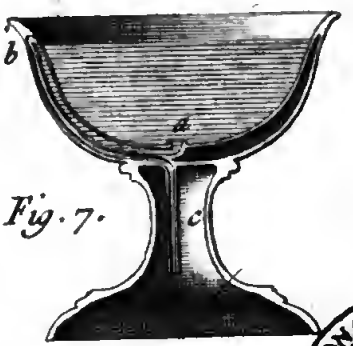


Fig. 7.

BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" - NAPOLI

Fig. 9.

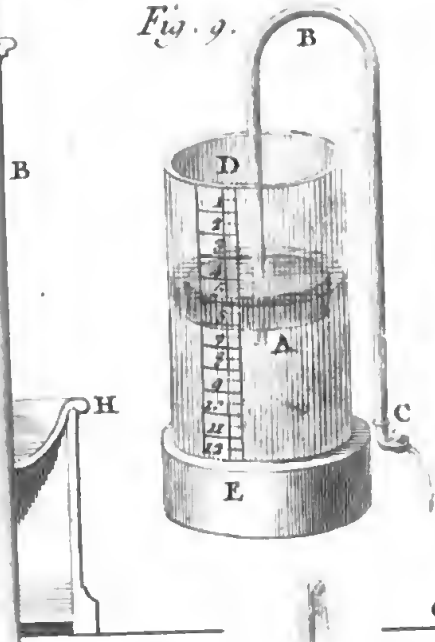


Fig. 10.

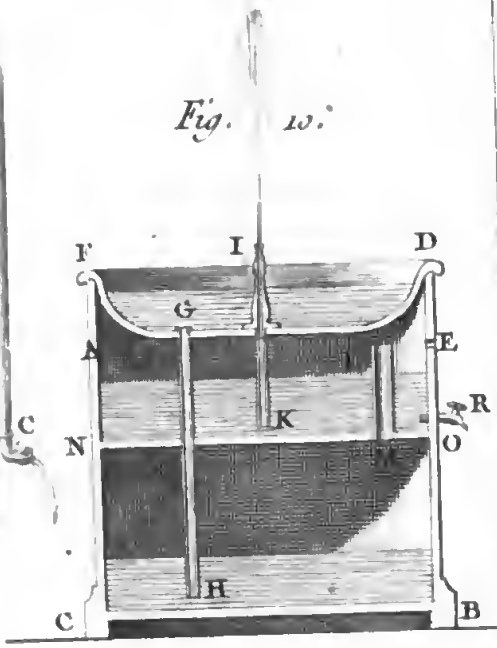


Fig. 12. p. 43

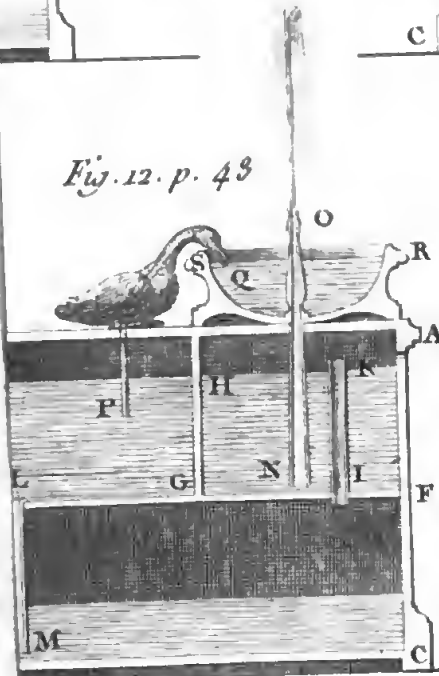
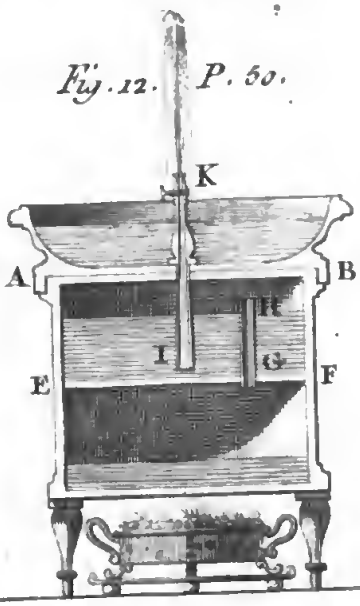
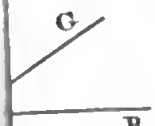


Fig. 12. P. 50.





14.

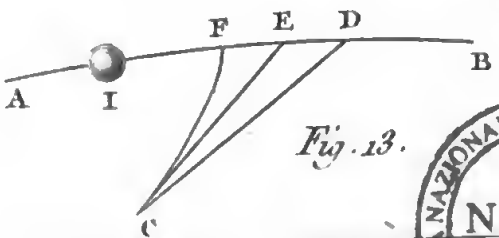
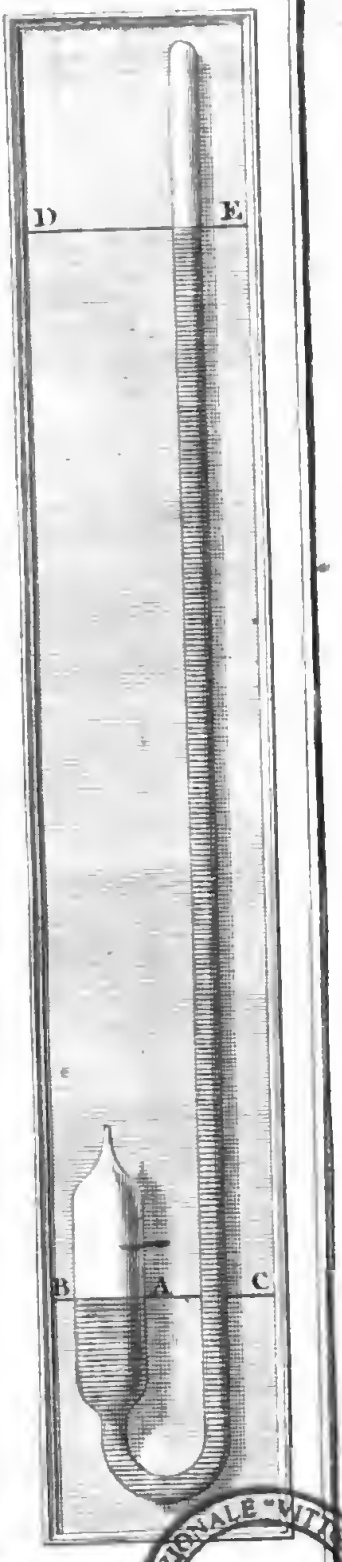


Fig. 13.

TECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE"
NAPOLI

Fig. 16.



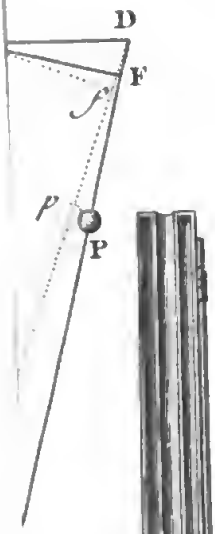


Fig. 20.

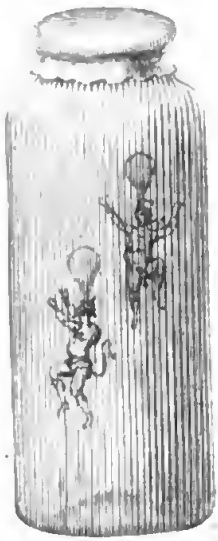
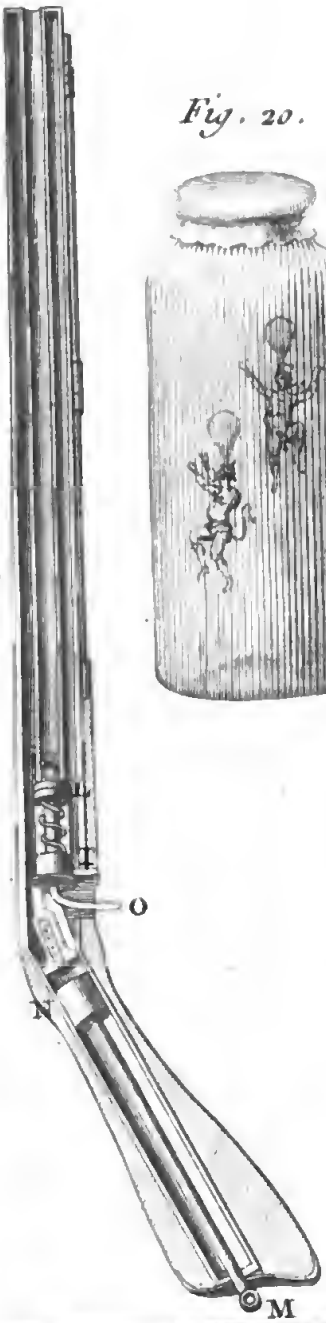


Fig. 19.



BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" NAPOLI

Fig. 22.

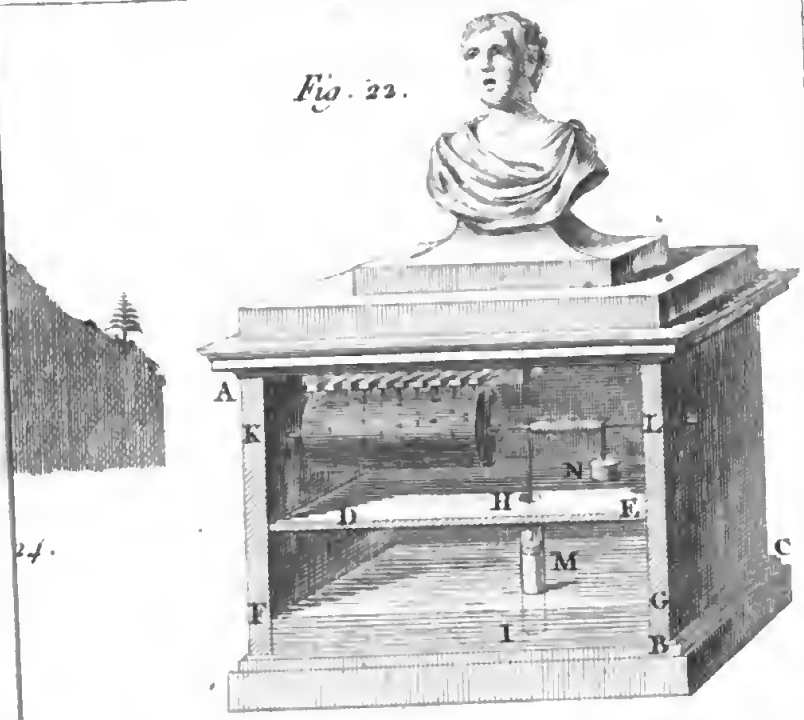


Fig. 25.

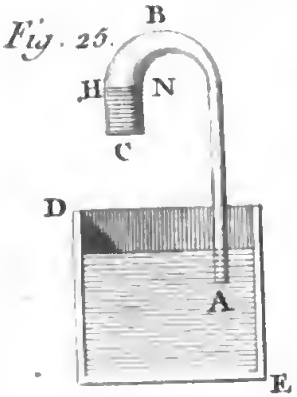
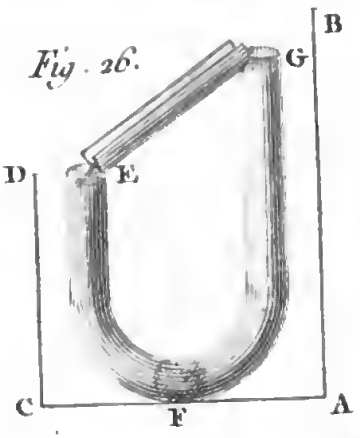
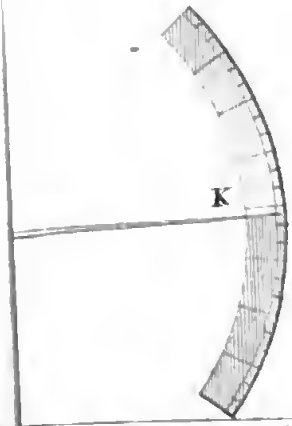


Fig. 26.





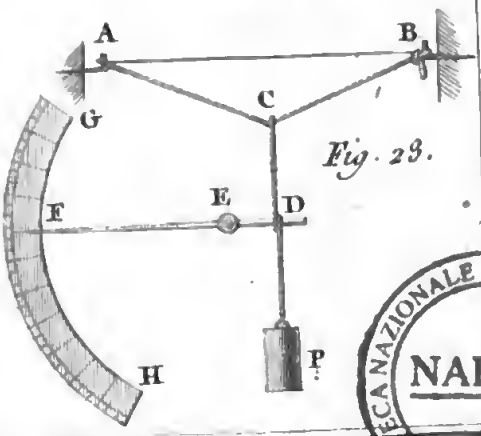
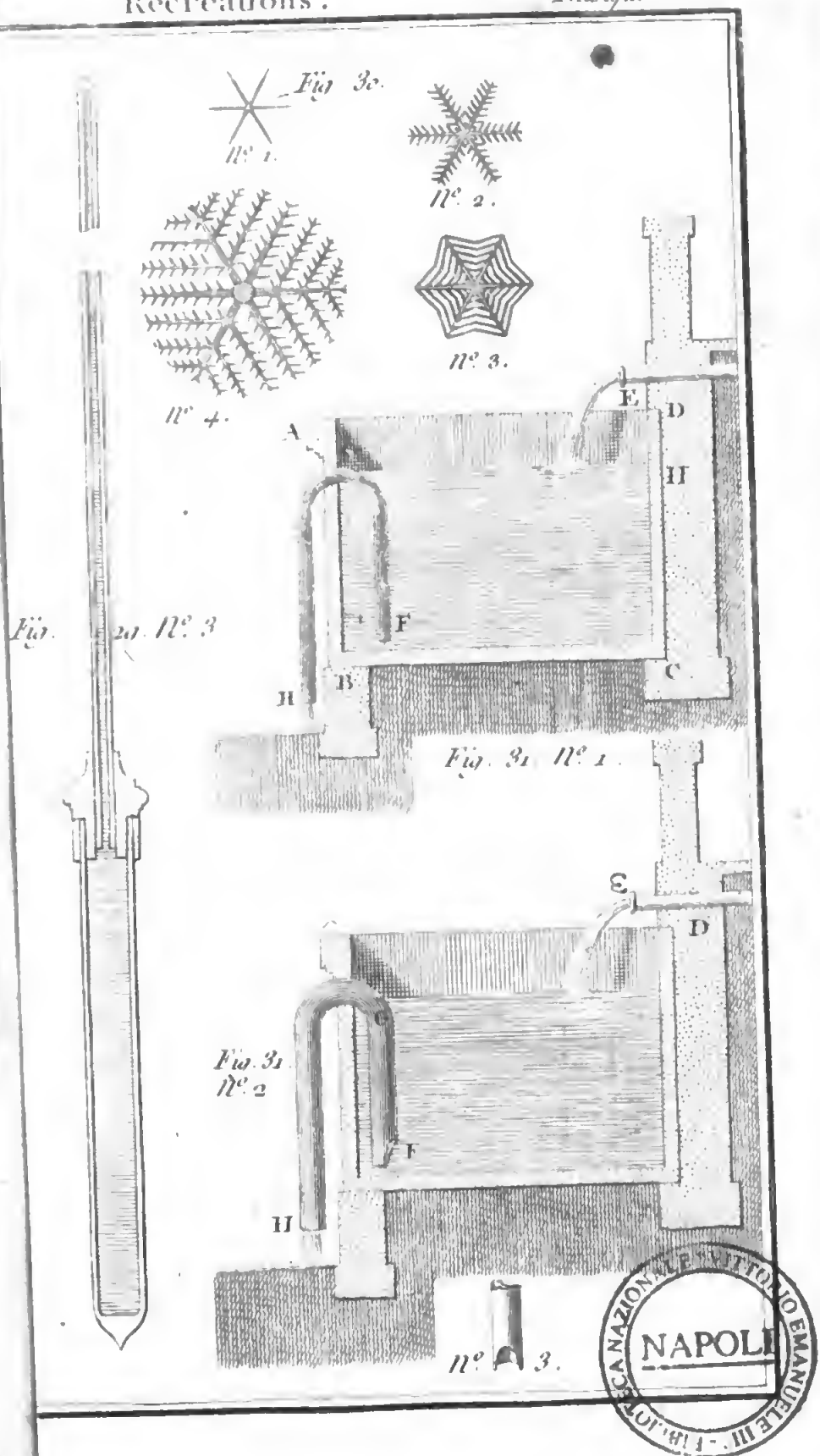


Fig. 23.

BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" - NAPOLI



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III - NAPOLI

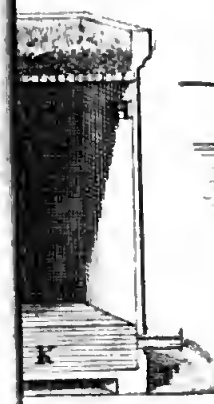


Fig. 34.

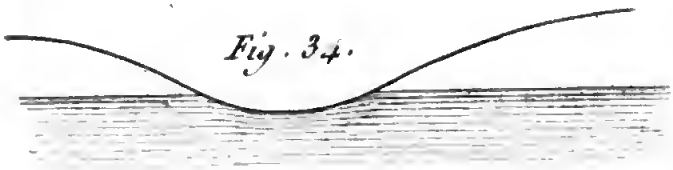
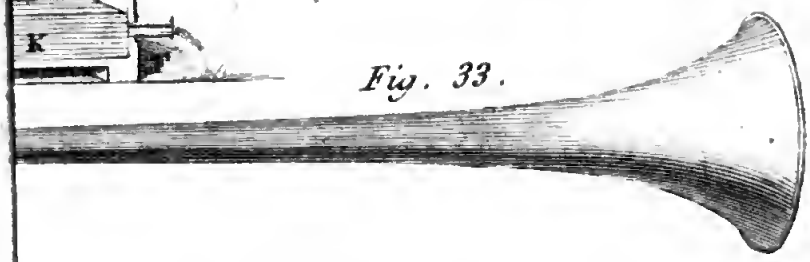


Fig. 33.



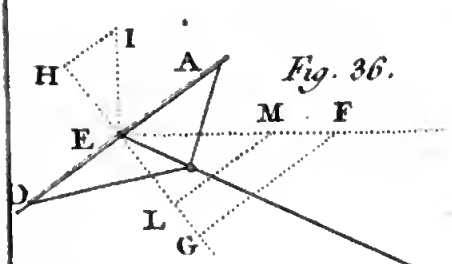


Fig. 36.

Fig. 38.

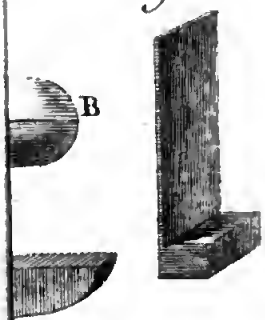
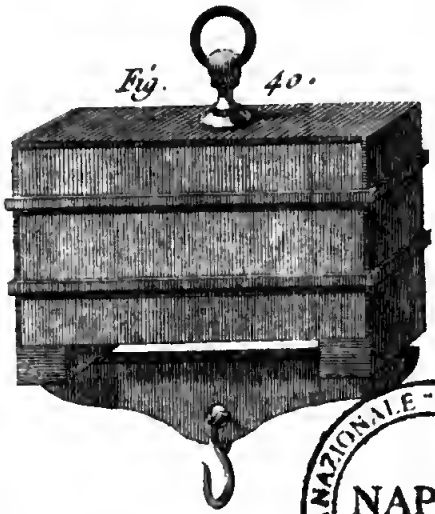


Fig. 40.



BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" - NAPOLI

Fig. 40.

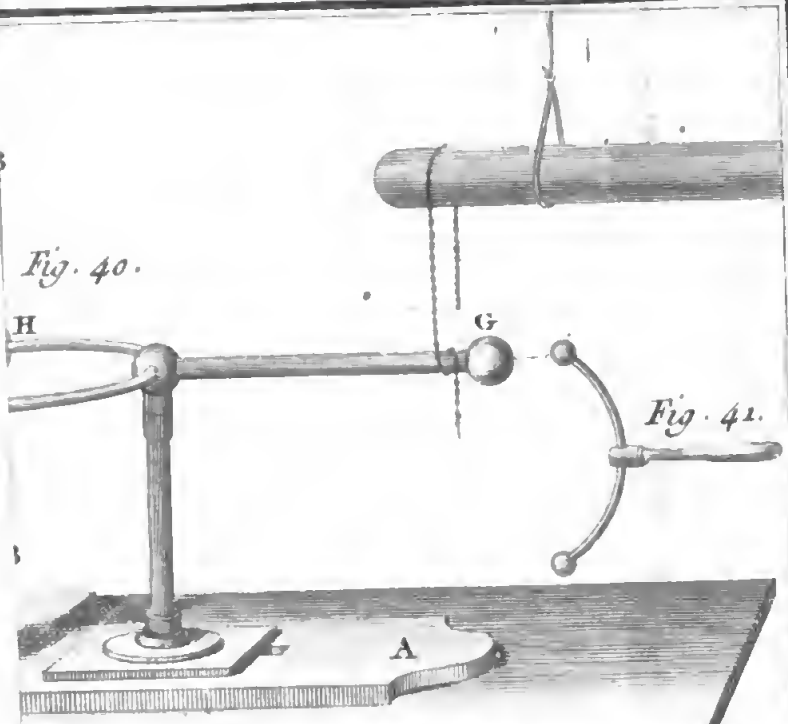


Fig. 41.

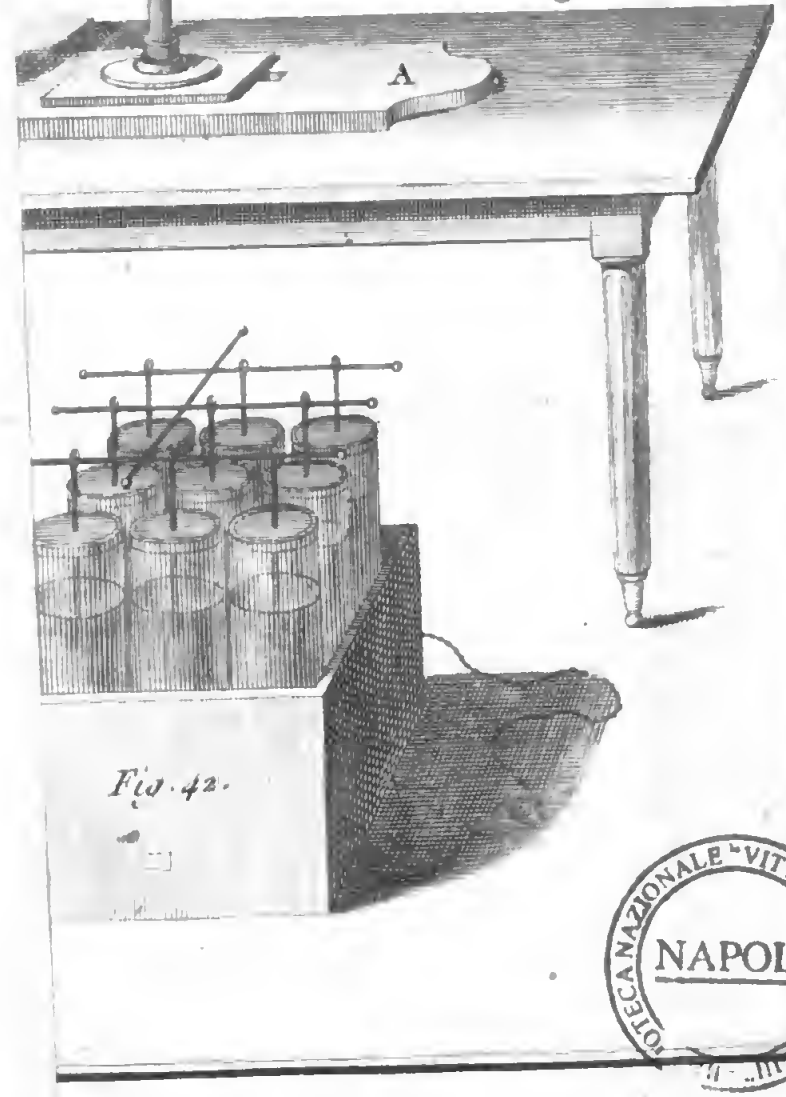


Fig. 42.

NAPOLI

Fig. 44.

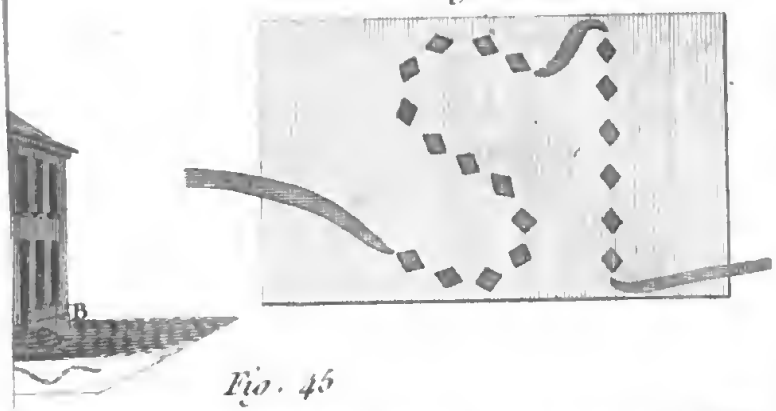


Fig. 45

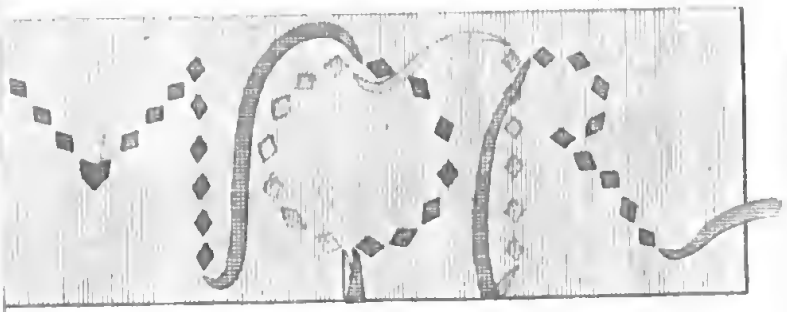


Fig. 46.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

TABLE
DES MATIERES
DU QUATRIEME VOLUME.

ONZIEME PARTIE.

PHYSIQUE GÉNÉRALE ET PARTICULIERE.

DISCOURS PRÉLIMINAIRE *sur les Elémens des Corps.* page 2
§. I. *DU FEU, tant élémentaire que matériel.* 3
§. II. *DE L'AIR.* 8
§. III. *DE L'EAU.* 12
§. IV. *DE LA TERRE.* 18
PROBLÊME PREMIER. *Conſtruction de la machine pneumatique, & expoſition de quelques-unes des principales expériences auxquelles elle ſert.* 21
PROB. II. *Renverſer un verre plein de liqueur, ſans qu'elle s'écoule.* 29
PROB. III. *Vuider toute l'eau contenue dans un vaſe, par le moyen d'un ſiphon.* 31
PROB. IV. *Préparer un vaſe qui, étant rempli de quelque liqueur à une certaine hauteur, la conſerve, & qui la perde toute, étant rempli de la même liqueur à une hauteur tant ſoit peu plus grande.* 33

PROB. V. *Conſtruction d'un vaſe qui contienne ſa liqueur étant droit, & qui étant incliné comme pour boire, la perde auſſitôt toute.* 34

PROB. VI. *Conſtruction de la fontaine qui coule & s'arrête alternativement.* 35

PROB. VII. *Conſtruction d'une clepſidre montrant l'heure par l'écoulement uniforme de l'eau.* 37

PROB. VIII. *Quelle eſt la plus grande hauteur à laquelle la tour de Babel eût pu être élevée, avant que les matériaux portés à ſon ſommet euſſent perdu toute leur peſanteur?* 39

PROB. IX. *Si l'on ſuppoſoit la terre percée d'un trou juſqu'à ſon centre, combien de temps un corps mettroit-il à parvenir à ce centre, en faiſant d'ailleurs abſtraction de la réſiſtance de l'air?* 41

PROB. X. *Qu'eſt-ce qui arriveroit ſi la lune étoit tout-à-coup arrêtée dans ſon mouvement circulaire, & en combien de temps tomberoit-elle ſur la terre?* 42

PROB. XI. *Quelle ſeroit la peſanteur d'un corps tranſporté à la ſurface du Soleil, ou d'une autre planete que la Terre, comparée à celle de ce corps ſur la ſurface de notre globe?* 44

PROB. XII. *Conſtruire une fontaine qui jailliſſe par la compreſſion de l'air.* 46

PROB. XIII. *Conſtruction d'un vaſe qui donne autant de vin qu'on y verſe d'eau.* 48

PROB. XIV. *Conſtruction d'une machine hydraulique, où un oiſeau boit autant d'eau qu'il en jaillit par un ajutage.* ibid.

PROB. XV. *Faire une fontaine qui jailliſſe par la raréfaction de l'air dilaté par la chaleur.* 50

PROB. XVI. *Meſurer le degré de chaleur de l'air & des autres fluides. Hiſtoire & conſtruction du Thermometre.* 51

PROB. XVII. *Deſcription des Thermometres les plus célebres & les plus uſités : Réduction des uns aux autres.* 60

PROB. XVIII. *Conſtruction d'un autre Thermometre meſurant la chaleur par la dilatation d'une barre de métal.* 64

I. *TABLE des différents degrés de chaleur auxquels différentes matieres commencent à ſe fondre, ou à ſe geler, ou à entrer en ébullition, réduits aux thermometres de Fareinheit, Réaumur, & Celſius.* 67

II. *TABLE des différents degrés de chaleur ou de froid, obſervés en divers lieux de la Terre, ou dans certaines circonſtances, ou pour certaines opérations, réduits au thermometre de Réaumur.* 68

III. *TABLE des rapports de dilatation des Métaux par la chaleur, ſuivant M. Ellicot.* 69

OBSERVATIONS ſur les Tables précédentes. ibid.

PROB. XIX. *Quelle eſt la cauſe qui fait que ſur les hautes montagnes, même ſur celles qui ſont ſituées ſous la zone torride, on éprouve preſque continuellement un froid rigoureux, tandis que dans la plaine ou dans les vallons il fait chaud?* 73

PROB. XX. *De l'atténuation dont quelques matieres ſont ſuſceptibles; calcul de la longueur d'un lingot d'argent trait, & de l'épaiſſeur de ſa dorure.* 78

PROB. XXI. *Continuation du même ſujet: Apperçu de la diviſion de la matiere dans les diſſolutions des corps, les odeurs & la lumiere.* 81

PROB. XXII. *Quelle viteſſe faudroit-il donner à un boulet de canon, dans la direction horizontale, pour qu'il ne retombât pas ſur la terre, & qu'il circulât autour d'elle comme une planete, en faiſant néanmoins abſtraction de la réſiſtance de l'air?* 85

PROB. XXIII. *Examen d'une opinion ſinguliere ſur la Lune & les autres planetes ſecondaires.* 87

PROB. XXIV. *Juſqu'à quel point peut & doit-on craindre l'approche ou le choc d'une comete, & les ravages qui pourroient en réſulter ſur la Terre?* 93

THÉORÊME I. *Une livre de liege peſe davantage qu'une livre de plomb ou d'or.*
Un corps peſe plus en été qu'en hiver. 100

THÉOR. II. *Deux poids homogenes qui ſont en équilibre ſur la ſurface de la terre, aux extrémités d'une balance à bras inégaux, ne le doivent plus être, ſi on la tranſporte au ſommet d'une montagne ou au fond d'une mine.* 103

PROB. XXV. *Du Feu central.* 105

PROB. XXVI. *Meſurer les variations de peſanteur de l'air: Conſtruction du Barometre.* 117

PROB. XXVII. *La ſuſpenſion du mercure dans le Barometre, dépend-elle de la peſanteur ou de l'élaſticité de l'air?* 120

PROB. XXVIII. *Uſage du Barometre pour reconnoître l'approche du beau ou du mauvais temps, & précautions à prendre à ce ſujet pour n'être pas induit en erreur.* 122

PROB. XXIX. *Comment ſe fait-il que la plus grande hauteur du Barometre annonce le beau temps, & que la moindre annonce la pluie prochaine ou mauvais temps ?* 124

PROB. XXX. *Du Barometre compoſé ou réduit.* 127

PROB. XXXI. *Quel eſpace occuperoit un pouce cube d'air, tranſporté à la hauteur d'un demi-diametre terreſtre ?* 130

PROB. XXXII. *Si l'on creuſoit un puits juſqu'au centre de la terre, quelle ſeroit la denſité de l'air dans les différentes profondeurs & au fond de ce puits ?* 133

PROB. XXXIII. *De l'Arquebuſe à vent.* 135

PROB. XXXIV. *De l'Eolipyle.* 137

PROB. XXXV. *Conſtruction de quelques petites figures qui nagent entre deux eaux, & qu'on fait danſer, hauſſer & baiſſer, en appuyant ſeulement le doigt ſur l'orifice de la bouteille qui les contient.* 139

PROB. XXXVI. *Conſtruction d'un barometre où les variations de l'air ſe démontrent par une petite figure qui hauſſe & baiſſe dans l'eau.* 140

PROB. XXXVII. *Equilibrer dans de l'eau deux petites figures, de maniere qu'y verſant de nouvelle eau, la figure qui étoit au deſſus s'enfonce, & l'autre prenne le deſſus.* 141

PROB. XXXVIII. *Des Larmes Bataviques.* ibib.

PROB. XXXIX. *Meſurer la quantité annuelle de la Pluie.* 144

PROB. XL. *De l'origine des fontaines : Calcul de la quantité d'eau des pluies, qui démontre qu'elle*

ſuffit pour leur donner naiſſance & les entretenir. 147

PROB. XLI. *Le Marteau d'eau, ou de mercure.* 151

PROB. XLII. *Faire une Pluie lumineuſe de mercure.* 153

PROB. XLIII. *Pour quelle raiſon, dans les mines qui ont des ſoupiraux ſur le penchant d'une montagne, à différentes hauteurs, s'établit-il un courant d'air, qui a dans l'hiver une direction différente de celle qu'il a pendant l'été? Explication d'un phénomene ſemblable qu'on remarque chaque jour dans les cheminées: Uſage qu'on peut faire d'une cheminée pendant l'été.* 154

PROB. XLIV. *Meſurer les hauteurs des montagnes au moyen du Barometre.* 157

TABLE des hauteurs de différents lieux de la Terre & de diverſes Montagnes au deſſus du niveau de la Mer. 163

PROB. XLV. *Faire une Fontaine artificielle, à l'imitation d'une ſource naturelle.* 166

PROB. XLVI. *Quelle eſt la peſanteur de l'air dont le corps d'un homme eſt continuellement chargé?* 168

PROB. XLVII. *Conſtruction d'une petite machine qui, à l'imitation de la ſtatue de Memnon, produira des ſons au lever ſoleil.* 170

PROB. XLVIII. *Des Phénomenes des Tuyaux capillaires.* 173

PROB. XLIX. *De quelques tentatives du mouvement perpétuel, au moyen de ſiphons capillaires.* 177

PROB. L. *Force prodigieuſe de l'humidité pour enlever des fardeaux.* 180

PROB. LI. *De la Machine ou Digeſteur de Papin.* 182

PROB. LII. *Pourquoi dans l'hiver, lorſque le temps ſe radoucit tout-à-coup, l'air intérieur des maiſons continue, même pendant pluſieurs jours, à être plus froid que l'extérieur?* 186

PROB. LIII. *De quelques ſignes naturels auxquels on peut prévoir le changement de la température actuelle de l'air.* 187

PROB. LIV. *La Fiole des Eléments.* 191

PROB. LV. *Séparer deux liqueurs mélangées enſemble.* 193

PROB. LVI. *Quelle eſt la cauſe de l'ébullition de l'eau?* 194

PROB. LVII. *Quelle eſt la cauſe pour laquelle le fond d'un vaſe contenant de l'eau bouillante à gros bouillons, eſt à peine chaud?* 196

PROB. LVIII. *Meſurer l'humidité & la ſéchereſſe de l'air: Idée des principaux Hygrometres imaginés pour cet objet; leurs défauts: Conſtruction d'un Hygrometre comparable.* 198

PROB. LIX. *En ſuppoſant ce que nous avons démontré plus haut ſur la ténuité des particules de la lumiere & ſon extrême rapidité, quelle déperdition le ſoleil peut-il faire de ſa ſubſtance dans un nombre d'années déterminé?* 205

PROB. LX. *Produire au milieu de la plus grande chaleur un froid conſidérable & propre à glacer l'eau: Des congelations artificielles, &c.* 207

PROB. LXI. *Faire glacer de l'eau, en remuant ſeulement le vaſe qui la contient.* 212

PROB. LXII. *De la figure qu'on obſerve quelquefois dans la neige : Explication de ce phénomene.* 214

PROB. LXIII. *Conſtruire une Fontaine où l'eau coule & s'arrête alternativement.* 216

PROB. LXIV. *Faire une Fontaine qui coulera & s'arrêtera un certain nombre de fois de ſuite, & enſuite s'arrêtera pendant un temps plus ou moins long, après lequel elle reprendra ſon cours intermittent ; & ainſi de ſuite.* 219

PROB. LXV. *Conſtruction d'une Fontaine qui ceſſera de couler quand on y verſera de l'eau, & qui ne reprendra ſon cours que quelque temps après qu'on aura ceſſé.* 220

PROB. LXVI. *Faire une Fontaine qui, après avoir coulé pendant quelque temps par ſa décharge de ſuperficie, commencera à baiſſer juſqu'à un certain point, enſuite remontera, & ainſi ſucceſſivement.* 222

REMARQUE, contenant l'hiſtoire & les phénomenes des principales Fontaines intermittentes connues, ainſi que de quelques lacs & puits qui ont des mouvements analogues : Hiſtoire du fameux lac de Zirchnitz. ibid.

PROB. LXVII. *Du Porte-voix & du Cornet acouſtique ; leur explication : Le jeu de la Tête enchantée.* 235

PROB. LXVIII. *Dans le jeu du Ricochet, quelle eſt la cauſe qui fait remonter la pierre au deſſus de la ſurface de l'eau, après y avoir plongé ?* 238

PROB. LXIX. *Le mécaniſme du Cerf-volant : Diverſes queſtions & recherches ſur ce jeu.* 240

PROB. LXX. *De la Baguette divinatoire ; ce qu'on en doit penſer.* 245

DOUZIEME PARTIE.

DE L'AIMANT.

SECTION PREMIERE. *De la nature de l'Aimant.* 254

SECTION II. *Des propriétés principales de l'Aimant.* 256

§. I. *De l'attraction de l'Aimant avec le fer, ou des Aimants entr'eux.* ibid.

Premiere Expérience, *qui prouve l'attraction de l'Aimant à l'égard du fer.* ibid.

2e Expérience. *Reconnoître les pôles de l'Aimant.* 257

3e Expérience. *Propriétés des pôles de l'Aimant l'un à l'égard de l'autre.* 258

4e Expérience. *Production de nouveaux pôles dans l'Aimant.* 259

5e Expérience. *La direction du courant magnétique.* 262

6e Expérience, *qui prouve l'action mutuelle des Aimants & du Fer.* 263

§. II. *De la communication de la propriété magnétique.* 264

7e Expérience. *Maniere d'aimanter.* ibid.

8e Expérience. *Maniere de faire avec des barreaux d'acier un Aimant artificiel.* 265

9e Expérience. *Produire dans une barre de fer la vertu magnétique ſans aimant.* 267

§. III. *De la direction de l'Aimant, de ſa déclinaiſon & de ſa variation.* 272

10e Expérience. *Reconnoître la direction de l'Aimant.* ibid.

11e Expérience. *Le changement de déclinaiſon de l'Aimant.* 273

12e Expérience. *La variation diurne de l'Aimant.* 280

§. IV. *De l'inclinaiſon de l'Aiguille aimantée.* 281

13e Expérience. *Obſerver l'inclinaiſon de l'Aimant.* ibid.

14e Expérience. *Obſerver l'inclinaiſon de l'Aiguille aimantée.* 282

SECTION III. *De quelques Moyens propoſés pour ôter à l'aiguille aimantée ſa déclinaiſon, ou faire des Bouſſoles ſans déclinaiſon.* 286

SECTION IV. *De quelques Tours de ſubtilité qu'on exécute au moyen de l'Aimant.* 290

§. I. *Conſtruction de la Lunette magique.* 291

§. II. *Etant donnés pluſieurs chiffres, qu'une perſonne rangera les uns à côté des autres dans une boîte, reconnoître à travers le couvercle le nombre formé par ces chiffres.* 292

§. III. *La Mouche ſçavante, ou la Syrene.* 294

TREIZIEME PARTIE.

De l'Electricité.

§. I. *Ce que c'eſt que l'Electricité ; Diſtinction entre les corps électriques par frottement ou par communication.* 299

§. II. *Deſcription de la Machine électrique ou à électriſer, ainſi que des Inſtruments acceſſoires pour les expériences de l'Electricité.* 301

Premiere Expérience. *L'Etincelle électrique.* 305

2e Expérience. *Communication de l'électricité à diverſes perſonnes.* 306

3e Expérience. *L'Attraction & la Répulſion.* ibid.

4e Expérience. *Quelques Jeux électriques fondés ſur la propriété précédente. Le Poiſſon d'or, la Danſe électrique, la Pluie lumineuſe.* ibid.

5e Expérience. *Répulſion entre des corps également électriſés.* 308

6e Expérience. *Conſtruction d'un Electrometre.* 309

7e Expérience. *Allumer de l'eſprit de vin avec l'étincelle électrique.* 310

8e Expérience. *Propriétés des Pointes.* ibid.

9e Expérience. *Différence des pointes & des corps émouſſés.* 311

10e Expérience. *Maniere de reconnoître ſi un corps eſt dans l'état d'électricité.* 312

11e Expérience. *Diſtinction des deux Electricités. Idée du ſyſtême de M. Francklin.* 313

12e Expérience. *La Bouteille électrique, & la Commotion.* 318

12e Expérience. *Autre maniere de donner la commotion, ſçavoir, par le carreau de verre électrique. Percer une main de papier avec l'étincelle électrique,* 324

13e Expérience. *Moyen d'augmenter comme indéfiniment la force de l'électricité : Batterie électrique.* 325

14e Expérience. *Tuer un animal au moyen de l'électricité.* 328

15e Expérience. *Production du magnétiſme par l'électricité.* 329

16e Expérience. *Fondre les métaux au moyen de l'Electricité.* 330

17e Expérience, *qui prouve l'identité de la foudre avec l'étincelle électrique,* 331

18e Expérience, *qui prouve la même vérité d'une autre maniere ;* ou *le Cerf-volant électrique.* 335

19e Expérience. *La Maiſon endommagée par le Tonnerre.* 339

20e Expérience *Le Vaiſſeau frappé ou préſervé de la Foudre.* 341

REMARQUE GÉNÉRALE, ſur l'analogie du feu de la foudre avec la matiere électrique ; Moyen de garantir les édifices du tonnerre. 343

21e Expérience. *De quelques Jeux fondés ſur l'attraction & la répulſion électriques : L'Araignée électrique, &c.* 350

22e Expérience. *La Roue & le Tournebroche électriques.* 351

23e Expérience. *Le Carillon & le Claveſſin électriques.* 353

24e Expérience. *Les Chevaux électriques ſe pourſuivants ;* ou *le Manege électrique,* 356

25e Expérience. *Faire paroître tout-à-coup une écriture en caracteres de feu, par le moyen de l'électricité.* 358
26e Expérience. *Feu d'Artifice électrique.* 361
27e Expérience, *sur l'Electricité de la Soie.* 364
28e Expérience, *qui prouve que l'Electricité accélere le cours des fluides.* 366
Remarque sur les conséquences de cette Expérience, & sur les guérisons opérées ou prétendues opérées par l'Electricité. 367
29e Expérience. *De l'Electricité naturelle & animale.* 371

QUATORZIEME PARTIE.

Chimie.

ARTICLE PREMIER. *Des Sels.* 377
§. I. *Des Acides.* 378
De l'Acide vitriolique. 379
De l'Acide nitreux. 381
De l'Acide marin. ibid.
De l'Acide végétal. 382
§. II. *Des Alkalis.* 383
De l'Alkali fixe. 384
De l'Alkali volatil. 385
§. III. *Des Sels neutres.* 386
ARTICLE II. *Du Phlogistique.* 388
ARTICLE III. *Des Affinités.* 391
ARTICLE IV. *Des Dissolutions & Précipitations.* 393

ARTICLE V. *De l'Efferveſcence & de la Fermentation ; leur différence.* 394
ARTICLE VI. *De la Criſtalliſation.* 396
ARTICLE VII. *Diverſes Expériences chimiques.* 398
Premiere Expérience. *Comment un corps de nature combuſtible, peut être ſans ceſſe pénétré de feu ſans ſe conſumer?* ibid.
2e Expérience. *Tranſmutation apparente du fer en cuivre, ou en argent, & ſon explication.* 399
3e Expérience. *Où l'on précipite ſucceſſivement diverſes ſubſtances, par l'addition d'une autre dans la ſolution.* 401
4e Expérience. *Avec deux liqueurs, chacune tranſparente, produire une liqueur noirâtre & opaque : Maniere de faire de bonne Encre.* 403
5e Expérience. *Comment on peut produire des vapeurs inflammables & fulminantes.* 404
6e Expérience. *La Chandelle philoſophique.* 405
7e Expérience. *Comment on peut faire, par une compoſition chimique, un volcan artificiel.* ibid.
8e Expérience. *Compoſition de l'Or fulminant.* 406
9e Expérience. *Compoſition de la Poudre fulminante.* 408
10e Expérience. *Liqueur qui ſe colore & ſe décolore alternativement, en permettant ou interceptant le contact de l'air extérieur avec elle.* 409
11e Expérience. *Prétendue production d'un nouveau Fer, & ce qu'on en doit penſer.* ibid.

12e Expérience. *Avec deux liquides mélangés, former un corps ſolide, ou du moins ayant de la conſiſtance.* 411

13e Expérience. *Former une combinaiſon qui étant froide ſoit liquide, & au contraire, étant échauffée, devienne conſiſtante en forme de gelée.* 412

14e Expérience. *Faire paroître tout-à-coup un éclair dans une chambre, quand on y entrera avec un flambeau allumé.* 413

15e Expérience. *Des Encres ſympathiques, & de quelques Jeux qu'on exécute par leur moyen.* ibid.

REMARQUES.

1. *Faire un tableau qui repréſente alternativement l'hiver & l'été.* 416
2. *L'Oracle magique.* 417

16e Expérience. *Des Végétations métalliques.* ibid.

Arbre de Mars. 418
Arbre de Diane. ibid.
Végétation non métallique. 420

17e Expérience. *Produire la chaleur & même la flamme par le moyen de deux liqueurs froides.* 421

18e Expérience. *Fondre du fer dans un inſtant, & le faire couler en gouttes.* ibid.

19e Expérience. *Faire fondre du métal dans une coquille de noix.* 422

20e Expérience. *Partager une piece de monnoie en deux dans ſon épaiſſeur.* 423

DIGRESSION *ſur la Pierre philoſophale, l'Or potable, & la Palingénéſie.* 425

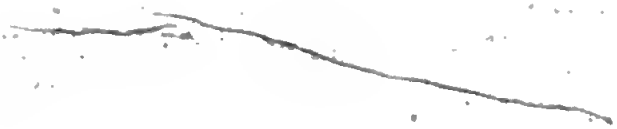
§. I. *De la Pierre philoſophale.* 426

§. II. *De l'Or potable.* 434
§. III. *De la Palingénéſie.* 436
Eſpece de Palingénéſie illuſoire. 443

Ier SUPPLÉMENT. *Des Phoſphores, tant naturels qu'artificiels.* 445
SECTION I. *Des Phoſphores naturels.* 446
§. I. *De la Mer lumineuſe.* ibid.
§. II. *De quelques Inſectes lumineux.* 451
1. *Du Ver luiſant de notre pays.* 452
2. *De la Mouche luiſante de l'Italie & des pays chauds.* 453
3. *Du Cucuyo de l'Amérique.* 454
4. *Du Scarabée de la Guyane.* 455
§. III. *De quelques autres Corps phoſphoriques.* 456
1. *Les Yeux de divers animaux.* ibid.
2. *Le Diamant de Clayton.* 457
3. *Le Bois pourri.* 458
4. *Les Vers des Huitres.* 459
5. *Les Chairs corrompues.* ibid.
6. *Divers Poiſſons ou parties de Poiſſons.* 460
SECTION II. *Des Phoſphores artificiels.* 465
§. I. *Expérience phoſphorique*, ou *brûler de la poudre à canon ſans exploſion.* 466
§. II. *De la Pierre de Boulogne.* ibid.
§. III. *Du Phoſphore de Baldwin* ou *Baudouin.* 469
§. IV. *Phoſphore de M. Homberg.* 470
§. V. *Phoſphore en poudre, ou de M. Canton.* 471
§. VI. *Du Pyrophore d'Homberg.* 472

§. VII. *Du Phoſphore ou Pyrophore de Kunckel, autrement appelé* d'Angleterre. 474
Ecrire en caracteres qui ſeront lumineux dans l'obſcurité. 480
§. VIII. *Compoſition d'une eſpece de Pyrophore qui jette des flammes par le contact d'une goutte d'eau.* 481

IIe SUPPLÉMENT. *Des Lampes perpétuelles.* 484
SECTION I. *Examen des faits qu'on allegue comme preuve de l'exiſtence des Lampes perpétuelles.* 485
1. *La Lampe de Tulliola.* 486
2. *La Lampe d'Olybius.* ibid.
3. *La Lampe de Pallas, fils d'Evandre.* 487
4. *La Lampe du temple de Vénus.* 488
5. *Les Lampes de Caſſiodore.* 489
SECTION II. *Examen de la poſſibilité phyſique de faire une Lampe perpétuellement ardente.* 493
§. I. *Impoſſibilité d'avoir une meche perpétuelle : Hiſtoire de l'Amiante ; maniere de le filer, & d'en former un tiſſu ou une meche ; examen de ſa prétendue incombuſtibilité.* 494
§. II. *Impoſſibilité de ſe procurer un aliment indeſtructible pour les Lampes perpétuelles : Prétendues recettes pour une huile incombuſtible.* 499
§. III. *Impoſſibilité d'entretenir un feu brûlant ſans ceſſe dans un lieu abſolument clos.* 505

Fin de la Table du quatrieme Volume.

Biblioteca Nazionale V. E. III. NAPOLI
609650